

JÚLIO CÉSAR COSTIN

**DIATOMÁCEAS (OCHROPHYTA) EPILÍTICAS DO RIO NEGRO, PARANÁ:
ESTRUTURA DA COMUNIDADE ANTES E APÓS UM DERRAMAMENTO DE ÓLEO
DIESEL E VEGETAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Botânica, Curso de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Thelma Alvim
Veiga Ludwig

Co-orientadora: Prof.^a M.Sc. Nicole
Machuca Brassac

CURITIBA
2007

Dedico esta dissertação
à minha querida mãe Eliana,
exemplo de perseverança, dedicação e carinho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por me proteger e abrir portas principalmente durante estes dois últimos anos.

À professora Dr^a. Thelma Alvim Veiga Ludwig, que aceitou ser minha orientadora, pelas valiosas sugestões, por sempre acreditar em mim e pelas palavras de incentivo durante estes dois anos de convívio.

À professora M.Sc Nicole M. Brassac, pela co-orientação deste trabalho, pelas várias sugestões neste estudo e por ter me mostrado o caminho da ciência, através do estudo das diatomáceas.

Aos professores M.Sc. Ana Tereza Guimarães pela orientação da análise estatística e Dr. Paulo Janissek pelo auxílio durante as análises físico-químicas da água, imprescindíveis no desenvolvimento desta dissertação.

As minhas grandes amigas M.Sc Priscila Izabel Tremarin e M.Sc Eloési Machado dos Santos pela imprescindível ajuda na parte taxonômica desta pesquisa.

À Prof^a Dr^a Graça Machado, Prof^a Dr^a. Saionara Eliane Salomoni, Dr. Gedir de Oliveira Santos e M.Sc Alberto Katsumiti Kodo Filho que gentilmente enviaram trabalhos que muito contribuíram neste estudo.

Ao Prof. Dr. Luciano Felício Fernandes, Dr. Eduardo Alexis Lobo Alcayaga e Dr. Ciro José Zanini Branco pelas sugestões feitas nas correções dos relatórios semestrais.

A Prof^a Dr^a. Sionara Eliasaro coordenadora da pós graduação em botânica, pelos valiosos conselhos dados nos momentos mais difíceis nestes dois últimos anos.

Ao departamento de Biologia Celular da Universidade Federal do Paraná, que permitiu o uso do fotomicroscópio para confecções das fotos.

Aos meus amigos Luciano Wolff, Cleto Kaveski Peres, Leonardo von Linsingen, Elton Assis, Daniele Atab, Levi de Souza Júnior, Larissa Grokoviski, pelo companheirismo e pelos momentos de descontração.

Aos colegas do laboratório Elton Lehmkuhl, Gracielle Pavan, Ângela Maria da Silva, Edinara K. F. dos Santos e Lucielle Merlym Bertolli pelas conversas durante o cafezinho.

Aos amigos das turmas de 2006 e 2007 do programa e pós graduação pela convivência saudável, especialmente Rafael Fernando da Silva Possette, Marcelo Reginato, Lucas Nogueira, Katiane Paula Bagatini, Fernando Bittencourt Matos, Fabrício Schmitz Meyer, Fabio Bosio, Eduardo Antônio de Camargo, Ceusnei Simão e Dilma Nascimento.

Aos grandes amigos do Departamento de Botânica José Carlos da Silva, Narciso Augusto S. de Castro, Renato Miró Arhturi e Elizabeth Regina Xisto, pela amizade e conversas proveitosas nos corredores do Centro Politécnico.

Aos demais professores e servidores técnico-administrativos do departamento de botânica, pela força e incentivo.

Ao meu amigo Marcos Ploncoski, pela disposição em me acompanhar em todas as coletas e pela grande ajuda como fotógrafo e barqueiro (mesmo sem saber nadar).

Ao professor e amigo M.Sc Arlindo Costa pelas oportunas sugestões sobre a escolha deste tema.

Aos meus pais Eliana e Wilmar Costin, meu irmão Eron Danilo, meus tios e primos, meus avós, Sônia e Hugo Gutstein (em especialmente ao “vô” Hugo que me guiou no rio que ele conhecia tão bem).

Aos diretores das escolas de ensino fundamental e médio que trabalhei nos últimos dois anos: Escola Estadual Aline Pichet, diretora Maria do Carmo Taborda Ribas Riekes, Colégio Estadual São Cristóvão, diretor Ciro Ellenberger, Colégio Estadual Lindaura Ribeiro Lucas, diretor Walder Mulbak, Colégio Estadual Pe. Arnaldo Jansen, diretor Robson Picoli, a diretora Izaura Regina Sacerdote Serrato do Colégio Estadual Silveira da Motta, pela compreensão de minhas ausências em decorrência do mestrado, à Maria Zenilda coordenadora do núcleo regional de educação área metropolitana sul, por flexionar minha carga horária nestes dois últimos anos.

A todas as pessoas que não foram citadas, mas que de alguma maneira contribuíram para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	vii
LISTA DE GRÁFICOS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Objetivos.....	15
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.1 Área de estudo.....	15
2.2 Derramamento de óleo diesel e vegetal.....	17
2.3 Amostragem.....	19
2.4 Procedimentos laboratoriais.....	19
2.4.1 Remoção da comunidade epilítica e montagem do laminário permanente.....	19
2.4.2 Análise qualitativa.....	20
2.4.3 Análise quantitativa relativa.....	20
2.4.4 Variáveis abióticas.....	21
2.5 Índices ecológicos.....	22
2.5.1 Índice de Similaridade de Jaccard.....	22
2.5.2 Índice de Similaridade de Bray-Curtis.....	23
2.5.3 Índice de Diversidade Shannon e Equitatividade de Pielou.....	23
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
3.1 Análise qualitativa.....	23
3.2 Análise quantitativa.....	27
3.2.1 Espécies abundantes e descritoras.....	31
3.3 Parâmetros Físico-Químicos.....	39
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
4.1 Recomendações.....	45
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
APÊNDICE 1 – ILUSTRAÇÕES DOS TÁXONS EM MICROSCOPIA ÓPTICA.....	56
APÊNDICE 2 – Variação Métrica e Obras Consultadas.....	67
APÊNDICE 3 – Contagem, Média e Desvio Padrão.....	72
ANEXO 1 – Pluviosidade diária.....	76

LISTA DE TABELAS

TABELA 01. DATAS DE AMOSTRAGEM E DESIGNAÇÃO DAS AMOSTRAS COLETADAS.....	19
TABELA 02. PARÂMETROS ABIÓTICOS AVALIADOS NA ÁREA DE ESTUDO E METODOLOGIA UTILIZADA.....	21
TABELA 03. RIQUEZA DE ESPÉCIES, TÁXONS COMUNS E EXCLUSIVOS DAS FASES ANTERIOR E POSTERIOR AO DERRAMAMENTO DE ÓLEOS.....	25
TABELA 04. SIMILARIDADE DE JACCARD (%) ENTRE AS AMOSTRAS COLETADAS NO RIO NEGRO COM BASE NA TOTALIDADE DAS ESPÉCIES DETERMINADAS.....	26
TABELA 05. ÍNDICE DE SIMILARIDADE DE BRAY-CURTIS (%) ENTRE AS AMOSTRAS COLETADAS NO RIO NEGRO COM BASE EM TODAS AS ESPÉCIES ENCONTRADAS.....	28
TABELA 06. DIVERSIDADE BIOLÓGICA (SHANNON-WIENER) DAS COMUNIDADES DAS DIATOMÁCEAS EPILÍTICAS NAS QUATRO AMOSTRAGENS.....	29
TABELA 07. ESPÉCIES ABUNDANTES (CÉLULAS EM CINZA) E DESCRITORAS (*): VALORES MÉDIOS ENTRE AS ABUNDÂNCIAS RELATIVAS ESTIMADAS NAS SUB-AMOSTRAS.....	31
TABELA 08. DENSIDADE DAS SETE ESPÉCIES ABUNDANTES DA COLETA PRÉ QUE SOFRERAM REDUÇÃO NUMÉRICA OU NÃO FORAM MAIS REGISTRADAS NO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	32
TABELA 09. DADOS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA NAS COLETAS PRÉ E PÓS-DERRAMAMENTO DE ÓLEO DIESEL E VEGETAL.....	39
TABELA 10. LISTAGEM COM MEDIDAS E OBRAS CONSULTADAS DE TODOS OS TÁXONS IDENTIFICADOS.....	68
TABELA 11. LISTAGEM DOS TÁXONS DETERMINADOS COM DADOS QUANTITATIVOS, MÉDIA E DESVIO PADRÃO.....	73

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01. ÁREA DE ESTUDO. ESTAÇÃO DE COLETA ENTRE OS MUNICÍPIOS DE MAFRA/SC E RIO NEGRO/PR.....	16
FIGURA 02. RIO NEGRO NA REGIÃO DA ESTAÇÃO DE COLETA. A SETA INDICA O LOCAL DA COLETA DE AMOSTRAS EPILÍTICAS.....	17
FIGURA 03. RIO NEGRO, ATINGIDO PELO DERRAMAMENTO DE ÓLEO DIESEL E VEGETAL. MANCHA DE ÓLEO CAUSADA PELO ACIDENTE.....	18
FIGURA 04. DENDROGRAMA REPRESENTANDO O ÍNDICE DE BRAY-CURTIS (SINGLE LINK) DAS ESPÉCIES ABUNDANTES DAS AMOSTRAS DAS FASES PRÉ E PÓS-DERRAMAMENTO DE ÓLEOS.....	28
FIGURAS 05-147. ILUSTRAÇÕES DOS TÁXONS EM MICROSCOPIA ÓPTICA.....	58

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01. RIQUEZA DE ESPÉCIES NAS QUATRO AMOSTRAS COLETADAS.....	25
GRÁFICO 02. NÚMERO DE VALVAS DAS ESPÉCIES DESCRITORAS EM CADA AMOSTRAGEM NAS DIFERENTES DATAS DE COLETA.....	37

LISTA DE ANEXOS

TABELA 12. PLUVIOSIDADE DIÁRIA DO ANO DE 2004 PARA AS COORDENADAS 26º 06' 00" S 49º 47' 59".....	77
--	----

RESUMO

As diatomáceas epilíticas constituem uma das mais representativas comunidades componentes do perifíton. Podem ser utilizadas como indicadores de integridade biológica e de condições químicas da água em rios e lagos, principalmente para avaliar a poluição de origem orgânica. A relativa falta de mobilidade pelo hábito normalmente sésil e o curto ciclo de vida constituem nas principais vantagens do uso de diatomáceas perifíticas como bioindicadores. O rio Negro é um dos principais afluentes da margem esquerda do rio Iguaçu e faz divisa entre os municípios de Mafra/SC e Rio Negro/PR. Em setembro de 2004, um acidente envolvendo oito vagões e duas locomotivas ocasionou o derramamento de 120 mil litros de óleo vegetal e 60 mil litros de óleo diesel em suas águas. O presente estudo visou verificar a resposta da comunidade de diatomáceas frente ao derramamento de óleo diesel e vegetal, através do estudo da composição, densidade e abundância das espécies. A estação de amostragem (26° 06' 46,6" S e 49° 47' 22,1" W) situa-se a 22 Km a jusante do local do derramamento. Foi realizado o estudo taxonômico das diatomáceas epilíticas, com base na coleta de 12 seixos amostrados na calha do rio Negro, em quatro amostragens (uma amostragem datada previamente ao derramamento e três após o derramamento). Concomitante à amostragem de seixos, foi coletada água para análise de parâmetros físico-químicos como condutividade, DBO₅, DQO, Fosfato, Nitrato, Nitrito, O.D. e pH. Foram contadas, no mínimo, 600 valvas para determinação de espécies abundantes. Índices ecológicos como o de Similaridade de Jaccard, de Bray-Curtis e o Índice de Diversidade de Shannon foram aplicados para verificar as possíveis mudanças na estrutura da comunidade. Foram identificados 99 táxons infra-genéricos, entre os quais seis variedades, uma forma taxonômica e três táxons em nível genérico, todos ilustrados. O estudo contribuiu com cinco novos registros para o estado do Paraná: *Adlafia muscora*, *Gomphonema parvulum* f. *saprophilum*, *Luticola kotschy*, *Navicula* sp. e *Neidium* sp. A maior riqueza específica foi encontrada na fase de pré-derramamento, onde foram registradas 82 espécies. As três amostragens pós-derramamento apresentaram sucessiva redução na riqueza apresentando 58 espécies, 44 espécies e 37 espécies, respectivamente. A amostragem pré-derramamento apresentou grande exclusividade de táxons em relação às três amostragens pós-derramamento, sendo que a última coleta apresentou representativa redução na diversidade e riqueza de espécies. Duas espécies foram abundantes em todas as amostragens: *Eolimna minima* e *Achnanthydium minutissimum*. Espécies do gênero *Achnanthydium* apresentaram diferentes comportamentos: *A. biasolettianum* deixou de ser registrada progressivamente nas amostras, *A. exiguum* foi encontrado em todas as amostragens e *A. minutissimum* sempre foi considerada abundante. As seguintes espécies *Achnanthydium biasolettianum*, *Chamaepinnularia bremsensis*, *Navicula salinicola*, *Navicula vilaplanii*, *Neidium* sp, *Nitzschia frustulum* e *Surirella stalagma* foram abundantes antes do derramamento e não foram encontradas na última amostragem após o derramamento. O parâmetro físico-químico da água que sofreu maior alteração na fase pós-derramamento foi a DQO, sendo que este parâmetro tem relação com a presença de óleo vegetal na água. Concluiu-se portanto, que houve modificação na estrutura da comunidade de diatomáceas epilíticas ao longo das coletas realizadas.

Palavras-chave: epilíton, diatomoflórula, rio Negro, óleo diesel e vegetal, bioindicadores

ABSTRACT

Epilithic diatoms constitute one of the most representative communities from periphytic habitat. They are valuable indicators of biological integrity and physical and chemical conditions of rivers and lakes, mainly to evaluate the pollution of the water by organic matter. The attached habit and the relative lack of motility associated to the short life cycle of the diatoms are the main advantages of its use as a bioindicator. The Negro river is one of the main tributaries of Iguaçu river, located between the cities of Mafra/SC and Rio Negro/PR. On September'04, an accident involving eight wagons and two locomotives spilled 120 thousand liters of vegetal oil and 60 thousand liters of diesel oil in the river. The aim of this study was to register possible changes in richness, abundance and density of the diatom community under that environmental stress. The sampling site (26° 06' 46,6" S e 49° 47' 22,1" W) was located 22 km down river from the local of the accident. The taxonomic study of diatoms was based on samples from 12 submerged stones collected in the middle of the river on four scientific trips, one before, and three after the spilling event. Samples were collected for determination of physical and chemical variables such as conductivity, BOD₅, COD, phosphate, nitrate, nitrite, O.D and pH. At least 600 valves were counted to establish the abundant species. Ecological index as Jaccard Similarity, Bray-Curtis Similarity and Shannon diversity had been applied to verify changes in the structure of the community. Ninety-nine infra-generic taxa, six taxonomic varieties, one taxonomic form and three genera were identified. The study contributed with five new species reports to the state of Paraná: *Adlafia muscora*, *Gomphonema parvulum* f. *saprophilum*, *Luticola kotschyi*, *Navicula* sp. e *Neidium* sp. The richness was greater in the phase before the spilling, with the occurrence of 82 species, and the three samplings after-spilling presented successive reduction in species richness, with 58 species, 44 species and 37 species, respectively. The sampling before spilling presented higher number of exclusive taxa in comparison to the three other samplings. The last sample presented major reduction in the diversity and species richness. Two species were considered abundant in all samplings: *Eolimna minima* and *Achnantheidium minutissimum*. Species of *Achnantheidium* presented different answers. *A. biasolettianum* was not registered progressively at the samples, *A. exiguum* was found in all the samples and *A. minutissimum* was always considered abundant. The following species *Achnantheidium biasolettianum*, *Chamaepinnularia bremensis*, *Navicula salinicola*, *Navicula vilaplanii*, *Neidium* sp, *Nitzschia frustulum* and *Surirella stalagma* were abundant before the spilling and they were not found in the last sample. The COD variable was the one that showed higher alteration after the spilling and has relation with the vegetal oil presented in the water. A modification in the structure of the epilithic diatom community was registered during this study.

Key-words: epilithon, diatoms, Negro river, diesel and vegetable oils, bioindicators

1 INTRODUÇÃO

O perifíton é definido como uma complexa comunidade de microorganismos (fungos, algas, bactérias, animais), que juntamente com partículas orgânicas e inorgânicas, encontra-se aderido, firme ou frouxamente, a um substrato submerso (WETZEL, 1983). Dependendo do substrato, o perifíton recebe denominação específica, como o episâmon (comunidade aderida a grãos de areia), epidêndron (madeira), epifíton (macrófitas), e epilíton (rochas).

A comunidade perifítica serve como fonte de alimentação e refúgio para invertebrados e pequenos peixes, além de ser importante fonte de energia e contribuir na ciclagem de nutrientes. Dentre os componentes do perifíton, as algas ganham destaque pelo seu papel de produtoras primárias em ecossistemas aquáticos, transformando nutrientes inorgânicos em formas orgânicas assimiláveis por outros organismos (FORE; GRAFE, 2002).

Dentre o grupo das algas, a representatividade das diatomáceas no perifíton, principalmente em ambientes lóticos, deve-se às adaptações morfológicas que favorecem sua fixação nos substratos (ESTEVES, 1988).

A relativa falta de mobilidade das algas perifíticas resulta em respostas diretas às alterações físicas e químicas no ecossistema, determinando uma modificação numérica e associativa das espécies que ali se desenvolvem (ROUND, 1993). O hábito normalmente sésil, associado ao curto ciclo de vida das espécies de algas que compõem o perifíton resulta em respostas imediatas às alterações ambientais, funcionando como indicadores confiáveis da qualidade da água e de seu estado trófico. Características morfológicas como rafe, pedúnculos e almofadas mucilaginosas podem ser consideradas estratégias vantajosas para a fixação das mesmas em substratos e para a sua permanência em ambientes lóticos (STEVENSON, 1996).

As diatomáceas são reconhecidas como componentes biológicos adequados para o monitoramento da qualidade da água, principalmente no tocante à poluição orgânica (LOBO; CALLEGARO; BENDER, 2002). KELLY et al. (1998) destacam vantagens para o uso das diatomáceas epilíticas, pois as rochas são substratos que

geralmente estão disponíveis em grande quantidade por toda a extensão do rio, durante todo o ano; e as amostras são relativamente fáceis de coletar. Além disto, segundo LOBO et al. (2004c), as diatomáceas são muito utilizadas na avaliação da qualidade da água por serem facilmente preservadas. As lâminas são permanentes e este grupo de algas apresenta amplo espectro de sensibilidade a certos tipos de impactos ambientais, possuindo espécies com diversos níveis de tolerância.

Diatomáceas epilíticas vêm sendo utilizadas como indicadores de qualidade da água em relação à poluição orgânica em vários países. Pode-se destacar os estudos para a Alemanha (LANGE-BERTALOT, 1979), Holanda (VAN DAM; MERTENS; SINKELDAM, 1994), Japão (KOBAYASI; MAYAMA, 1989; LOBO; KATO; ARUGA, 1995), Reino Unido (KELLY; WHITTON, 1995; KELLY; PENNY; WHITTON, 1995), Canadá (BELORE; WINTER; DUTHIE, 2002; ROTT; DUTHIE; PIPP, 1998), Itália (TOLOTTI, 2001), Estados Unidos (FORE; GRAFE, 2002), França (PRYGIEL; COSTE, 1993; PRYGIEL et al. 2002), Portugal (ALMEIDA, 2001, ALMEIDA; GIL, 1998), Chile (TORO, 2003), África do Sul (BATE, 2004), em lagos irlandeses (DENICOLA et al. 2004).

No Brasil há estudos utilizando diatomáceas epilíticas como bioindicadoras, como o realizado por MOURTHÉ-JUNIOR (2000) na bacia do rio das Velhas, situado na região metropolitana de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais e o trabalho desenvolvido por SOUZA (2002), no rio Monjolinho, município de São Carlos, estado de São Paulo.

Trabalhos envolvendo diatomáceas epilíticas em ambientes lóticos no estado do Paraná, são escassos. Com enfoques florísticos existem as publicações de LEANDRINI, MOREIRA-FILHO e RODRIGUES (2002) e LANDUCCI e LUDWIG (2005). Além destes trabalhos, dissertações de mestrado, com enfoque exclusivamente taxonômico, foram desenvolvidas no Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná: MOREIRA (1990), TRAIN (1990), LEANDRINI (1999), ATAB (2000), LANDUCCI (2002), VISINONI (2002), FERRARI (2004) e PICCININI (2005).

Para o estado de Santa Catarina pode-se citar o trabalho de BURLIGA et al. (2005), que realizaram um levantamento taxonômico das diatomáceas epilíticas no rio Itajaí-Mirim.

Entretanto o estado que mais vem contribuindo com o estudo das diatomáceas epilíticas relacionadas à qualidade da água com enfoque em poluição orgânica é o Rio Grande do Sul. Entre as pesquisas realizadas destacam-se as que seguem: LOBO e LEIGHTON (1986); LOBO et al. (1995); LOBO, KATO e ARUGA (1995); LOBO et al. (1996); LOBO, CALLEGARO e BENDER (2002); LOBO et al. (2004a); LOBO et al. (2004b); LOBO et al. (2004c). RODRIGUES e LOBO (2000), WETZEL et al. (2002) e SALOMONI (2004) estudaram a utilização das diatomáceas epilíticas como bioindicadoras em ambientes lóticos, com ênfase na tolerância à poluição orgânica, em ecossistemas lóticos sulriograndenses. Destaque especial para o trabalho de LOBO, CALLEGARO e BENDER (2002) que determinaram índices de tolerância à poluição para espécies de diatomáceas epilíticas em 18 rios no Rio Grande do Sul. BURLIGA et al. (2004) realizaram um estudo sobre os tipos funcionais da comunidade de algas epilíticas do rio Maquine e SALOMONI et al. (2006) analisaram as diatomáceas epilíticas indicadoras de qualidade de água no rio Gravataí, classificando as espécies abundantes em três grupos: a) mais tolerantes à poluição, b) tolerantes, c) menos tolerantes à poluição.

Estudos analisando impactos sobre biocenoses aquáticas após derramamento de petróleo e óleo diesel, vêm sendo desenvolvidos no mundo, principalmente em ambientes costeiros. Entretanto, trabalhos mensurando impactos do derramamento em ambientes continentais, são em menor número.

Apesar de estudos em menor quantidade, sabe-se que o derramamento de óleo vegetal causa impactos ambientais negativos em ecossistemas continentais, pois a degradação anaeróbica do óleo no sedimento é deletéria à biota local. Os efeitos tóxicos do óleo vegetal devem-se aos produtos intermediários (ácidos graxos de cadeia longa) formados durante o processo de biodegradação anaeróbica após duas semanas. Óleos vegetais podem ser prejudiciais a organismos aquáticos, principalmente quando recobrem a superfície corpórea, formam camadas superficiais impermeáveis.

E a oxidação sofrida pelo óleo é responsável pela depleção de oxigênio, morte de organismos bentônicos e de bactérias (LI et al., 2007).

O óleo diesel apresenta densidade entre 0,82 - 0,86 a 20 °C. A solubilidade da fração alifática em água é desprezível. Entretanto os produtos perigosos de sua decomposição são os hidrocarbonetos de menor e maior peso molecular e coque, cuja toxicidade é elevada quando ingerido ou em contato com as superfícies celulares. O óleo diesel é moderadamente volátil podendo formar películas superficiais sobre a água e apresentar ecotoxicidade moderada sobre a vida aquática (FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO, 2007; INSTITUTO DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2007).

As duas vias principais nas quais o óleo causa impactos nos organismos são: o efeito físico resultante do recobrimento e o efeito químico, associado à toxicidade dos compostos presentes. Nos óleos de baixa densidade o efeito químico é o mais representativo (CETESB, 2007).

Segundo WASSERMAN e CRAPEZ (2001), óleo diesel presente na água pode causar a morte de aves até o 15º dia; tartarugas, peixes e invertebrados, entre 15 a 30 dias; a desfoliação e morte de pequenas árvores de mangue e o desaparecimento das comunidades associadas às raízes. Alterações na biomassa das bactérias sob a forma de bastonetes, cocos e espirilos também foram relatadas.

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs ou PAHs) presentes em derivados do petróleo são considerados poluentes orgânicos persistentes (POPs), pois são fortemente adsorvidos nos sedimentos, persistindo por muitos anos no ambiente. Além disso, são mais resistentes à biodegradação microbiológica (CETESB, 2007). Os chamados poluentes orgânicos persistentes (POPs) têm uma grande tendência de se acumularem em organismos vivos e serem altamente tóxicos, podendo causar câncer e problemas relacionados com a reprodução (KALFF, 2002).

O benzeno, tolueno e xileno são substâncias que apresentam considerável solubilidade em água (especialmente o benzeno), o que torna os organismos aquáticos mais vulneráveis uma vez que absorvem estes contaminantes pelos tecidos, brânquias, por ingestão direta da água ou de alimento contaminado (CETESB, 2007).

Os hidrocarbonetos líquidos, altamente tóxicos e voláteis (VLHs) são prontamente transferidos através das membranas biológicas e, conseqüentemente,

podem provocar respostas tóxicas e teratogênicas em larvas de invertebrados bentônicos. Em estudos experimentais sobre a ecotoxicidade do petróleo cru e diesel combustível sobre três espécies de invertebrados (quironomídeo, anfípoda e oligoquêta) num microcosmo de água doce, constatou-se que ambas as substâncias provocaram diminuição de densidade dos organismos, sendo que os efeitos mais tóxicos foram os do óleo diesel (BHATTACHARYYA; KLERKS; NYMAN, 2003).

Os hidrocarbonetos de baixo peso molecular (C12 a C24) apresentam intenso efeito tóxico agudo, principalmente devido a sua elevada solubilidade e conseqüente biodisponibilidade. O impacto químico dos hidrocarbonetos é maior nos primeiros dias após o derramamento e podem durar semanas, meses ou anos dependendo da natureza e das quantidades derramadas. A presença de óleo pode ser constatada no sedimento ao longo de cinco anos após um derramamento (CETESB, 2007).

SILVA et al. (2005), em ensaios laboratoriais, demonstraram que apenas 1 mL de óleo diesel por litro de água causou mortandade em bivalves *Crassostrea rhizophorae*. ZHANG et al. (2004), estudando peixes dourados (*Carassius auratus*) expostos a 0,05 e 0,1 mL de óleo diesel por litro de água, confirmou alterações fisiológicas e hepáticas provocadas pela exposição direta ao óleo.

Segundo BENTO (2005), o derramamento de óleo diesel na água leva à formação de um filme superficial que ocorre na interface água-ar. Por apresentar esse fenômeno, o óleo derramado pode provocar sombreamento e conseqüentemente alterações no regime fotossintético das comunidades bentônicas. A dissolução do óleo depende de sua composição, do espalhamento da mancha, da temperatura e da turbulência da água, sendo que os mais leves têm maior solubilidade (cerca de 5 ppm) em água. Outros constituintes do óleo, como compostos de enxofre e sais minerais têm grande solubilidade. É um processo que se inicia logo após o derrame e se perpetua ao longo do tempo, uma vez que oxidação e biodegradação constantemente formam subprodutos solúveis (CETESB, 2007).

O trabalho realizado por NAYAR; GOH e CHOU (2004), estudando a resposta da biomassa do perifíton à presença de diesel em ambientes estuarinos, concluiu que: o diesel possui toxicidade aguda, promovendo a redução da biomassa (clorofila a e número de células). Que as diatomáceas são o grupo de algas mais representativos no perifíton, sendo sensíveis à presença de óleo diesel. Ainda os autores recomendam a utilização do perifíton para ensaios ecotoxicológicos em ambientes contaminados por óleo diesel.

Atualmente, há crescente interesse no estudo das diatomáceas epilíticas como indicadoras de níveis de poluição orgânica. Pesquisa envolvendo a composição e densidade dessas algas em substratos naturais, antes e após um derramamento de óleo diesel e vegetal em sistemas lóticos de água doce, é um trabalho inédito para a comunidade científica.

1.1 OBJETIVOS

- Identificar a flora de diatomáceas epilíticas do rio Negro.
- Averiguar mudanças físico-químicas da água durante o período de estudo.
- Verificar alterações na riqueza e densidade da comunidade diatomológica, num período anterior e posterior ao derramamento de óleo diesel e vegetal.

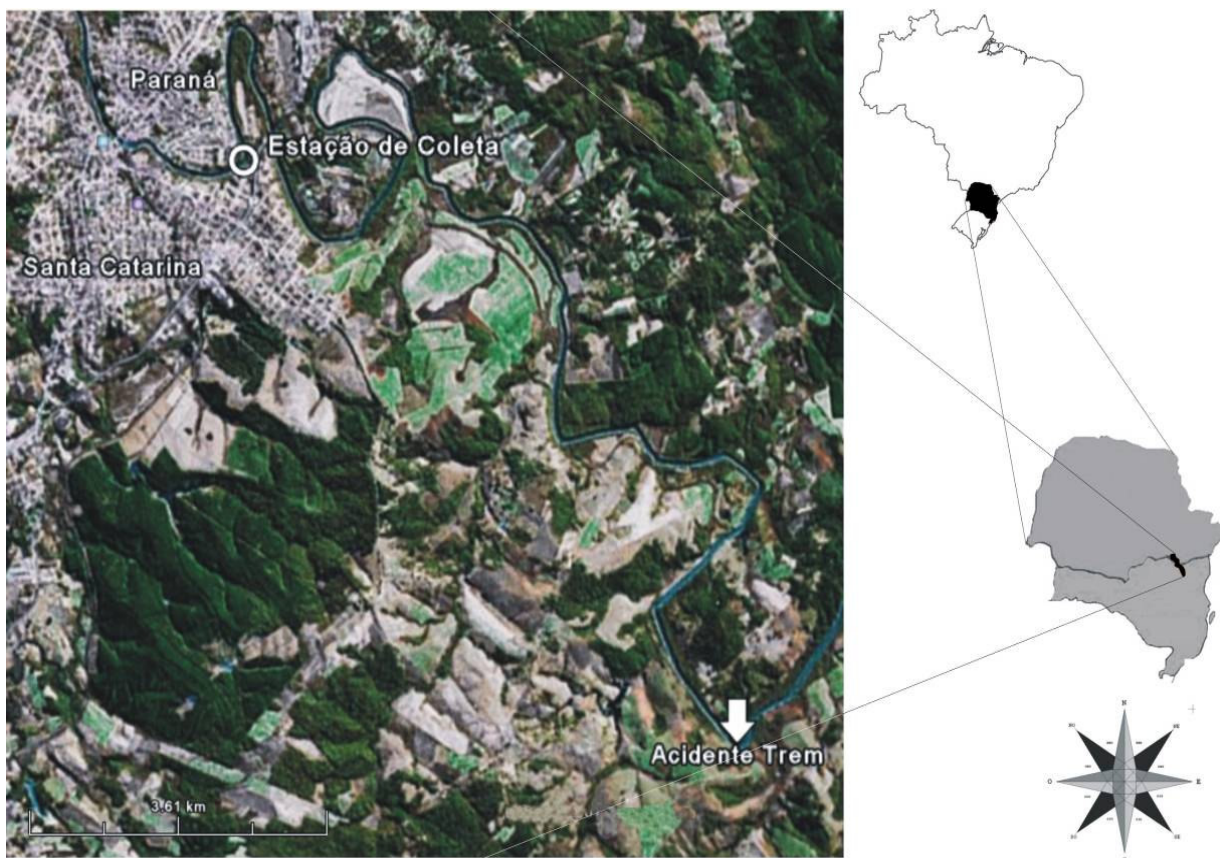
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio Negro está incluído na bacia hidrográfica do Iguaçu, na região de divisa entre os municípios de Mafra, estado de Santa Catarina e de Rio Negro, estado do Paraná (Fig. 01). Nasce na serra do Quiriri, entre Campo Alegre/SC e Tijucas do Sul/PR. Segundo MAACK (1968), as nascentes do rio encontram-se numa altitude de 1400 m e após um percurso aproximado de 240 km, o rio Negro deságua no rio Iguaçu

no km 226,8. É considerado o principal afluente da margem esquerda do rio Iguaçu (SUDERHSA, 1997) e sua margem pelo lado catarinense, é percorrida por uma ferrovia cuja concessão de uso pertence à empresa ALL (América Latina Logística).

FIGURA 01 - ÁREA DE ESTUDO. ESTAÇÃO DE COLETA ENTRE OS MUNICÍPIOS DE MAFRA/SC E RIO NEGRO/PR.



A estação de coleta (Fig. 02) foi estabelecida nas coordenadas geográficas $26^{\circ} 06' 46,6''$ S e $49^{\circ} 47' 22,1''$ W, em local conhecido como “Prainha”, entre os pontos de captação de água para abastecimento público da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) e da CASAN (Companhia Catarinense de Água e Saneamento).

FIGURA 02 - RIO NEGRO NA REGIÃO DA ESTAÇÃO DE COLETA. A SETA INDICA O LOCAL DA COLETA DE AMOSTRAS EPILÍTICAS.



2.2 DERRAMAMENTO DE ÓLEO DIESEL E VEGETAL

No dia 12 de setembro de 2004, ocorreu um acidente, quando vagões de uma composição férrea descarrilharam. Estimativas apontam que aproximadamente 120 mil litros de óleo vegetal e 60 mil litros de óleo diesel foram derramados nas águas do rio Negro (Fig. 03) (SANEPAR, 2004). Em consequência, houve a paralisação do abastecimento público de água tratada, em municípios da região, como: Rio Negro estado do Paraná, Mafra e Três Barras no estado de Santa Catarina (COMPANHIA DE POLÍCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2004).

O acidente ocorreu nas coordenadas 26°17'16"S e 49°72'68"W, cerca de 22 km a montante do local de coleta. O vazamento só foi controlado no dia 16 de setembro de 2004, após quatro dias do acidente, com o auxílio de uma empresa especializada em acidentes ambientais, contratada pela empresa ALL. A população da cidade de Rio Negro ficou desabastecida durante 96 horas, pois existia o risco da água conter frações aromáticas presentes em derivados de petróleo - os chamados BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos), além de óleos e graxas em sua rede de distribuição de água.

O abastecimento foi normalizado totalmente no dia 20 de setembro de 2004, uma semana após o acidente (SANEPAR, 2004).

O rio Negro é classificado segundo a Portaria SUREHMA nº 20, de 12 de maio de 1992, que enquadra os cursos de água da Bacia do Iguaçu, na classe II. Em corpos hídricos pertencentes a esta categoria, os óleos e graxas devem estar virtualmente ausentes. Apenas para a classe IV, os corpos d'água são destinados à navegação e paisagismo, podendo apresentar iridescências de óleos e graxas (CONAMA, 2007). Portanto, a presença dessas duas substâncias oleosas após o acidente, comprometeram a qualidade de suas águas, exigidas por resolução federal.

Devido à grande proporção do acidente, aos danos ambientais e prejuízos a munícipes, a empresa ALL foi multada em cinco milhões de reais, porém reduzidos, após o firmamento de um Termo de Ajuste de Conduta (COMPANHIA DE POLÍCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2004).

FIGURA 03 - RIO NEGRO, ATINGIDO PELO DERRAMAMENTO DE ÓLEO DIESEL E VEGETAL. MANCHA DE ÓLEO CAUSADA PELO ACIDENTE (seta).



2.3 AMOSTRAGEM

Foram realizadas quatro amostragens, antes e após o derramamento, na estação selecionada no rio Negro, à jusante do local atingido pelo derramamento de óleo, em diferentes datas (TABELA 01).

TABELA 01 – DATAS DE AMOSTRAGEM E DESIGNAÇÃO DAS AMOSTRAS COLETADAS.

	Coleta anterior ao derramamento	Coletas posteriores ao derramamento			Total de substratos coletados
Designação	Pré	Pós 1	Pós 2	Pós 3	
Data de coleta	12/07/2004	19/09/2004	03/10/2004	13/10/2004	
Nº de seixos coletados	3	3	3	3	12

A amostragem foi do tipo sistematizada e seguiu as recomendações de KELLY et al. (1998), RODRIGUES e LOBO (2000) e SALOMONI (2004). Para obtenção da amostra de diatomáceas epilíticas, foram coletados três seixos por amostragem, com diâmetro médio entre 8 a 10 cm, no eixo da calha do rio Negro, em profundidade mínima de 30 cm, totalizando 12 substratos naturais coletados. Durante a amostragem também foram coletadas amostras d'água para análise de alguns parâmetros físico-químicos.

2.4 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS

2.4.1 Remoção da Comunidade Epilítica e Montagem do Laminário Permanente

As amostras de epilítion foram removidas da parte superior dos seixos, expostas à luz, através da raspagem manual, com o auxílio de escovas com cerdas de nylon (uma por seixo) e jatos de água destilada.

O exsudado obtido de cada seixo foi acondicionado em frascos de polietileno e fixado em solução de formalina, na proporção 4%.

Posteriormente, foram confeccionadas lâminas permanentes com material oxidado, seguindo-se a técnica de SIMONSEN (1974), modificada por MOREIRA-FILHO e VALENTE MOREIRA (1981). O meio de inclusão utilizado foi Naphrax (I.R. = 1,74).

As lâminas foram depositadas no Herbário da Universidade Federal do Paraná (UPCB), sob os seguintes números de registro: 56160, 56161, 56162, 56163, 56164, 56165, 56166, 56167, 56168, 56169, 56170 e 56171.

2.4.2 ANÁLISE QUALITATIVA

A determinação taxonômica das diatomáceas foi realizada pela análise das lâminas confeccionadas, sendo a identificação dos táxons baseada em literatura clássica ou de revisões taxonômicas como: HUSTEDT (1927-66), PATRICK e REIMER (1966; 1975), KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986, 1988 e 1991a,b), METZELTIN e LANGE-BERTALOT (1998), LANGE-BERTALOT (2001), KRAMMER (2000; 2003), bem como em outras publicações periódicas, monografias e dissertações de mestrado e doutorado, disponíveis no laboratório de Ficologia da UFPR. O sistema de classificação adotado foi o proposto por ROUND, CRAWFORD e MANN (1990).

As ilustrações foram obtidas em fotomicroscópio digital Zeiss HBO50, com câmera de captura digital acoplada (APÊNDICE 1). A variação métrica dos táxons identificados foi baseada, sempre que possível, em 20 indivíduos (APÊNDICE 2 - Tab. 10).

2.4.3 ANÁLISE QUANTITATIVA RELATIVA

A análise quantitativa baseou-se na contagem sistematizada em transectos, em microscópio óptico Olympus CH-2, em objetiva de 100x. Seguindo as recomendações de KOBAYASI e MAYAMA (1982), foram contadas 600 valvas por lamínula analisada.

Valvas quebradas foram consideradas para a contagem, desde que os fragmentos apresentassem pelo menos 60% do comprimento total da valva. Foram analisadas três lamínulas de três seixos diferentes por amostragem realizada, totalizando 1800 valvas contadas por coleta. A frequência relativa foi estabelecida considerando a média destas contagens, após verificação da homogeneidade das variâncias entre as contagens de cada seixo pelo Teste de Bartlett. Calculou-se também o desvio padrão (APÊNDICE 3 – Tab. 11).

As espécies abundantes foram aquelas cujo número de valvas contadas na amostra ocorreu em densidades superiores aos valores médios da amostra, foram determinadas segundo os critérios de LOBO e LEIGHTON (1986).

Foram identificadas as espécies consideradas descritoras ambientais, ou seja, aquelas que caracterizam cada amostragem (RAMÍREZ, 1996), que representam no mínimo 5% do total de indivíduos da amostra (TAYLOR; WETZEL, 1999 apud LOPES, 1999).

2.4.4 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

A análise dos parâmetros físico-químicos da água seguiu os critérios de APHA (1998). As variáveis analisadas encontram-se descritas abaixo (Tab. 02) juntamente com o método utilizado para a determinação dos parâmetros mensurados.

TABELA 02 - PARÂMETROS ABIÓTICOS AVALIADOS NA ÁREA DE ESTUDO E METODOLOGIA UTILIZADA.

Parâmetro	Método de Análise	Local de Análise
Condutividade	Condutivímetro portátil MWA - 300	Núcleo de Controle de Qualidade – Centro Universitário Positivo (UNICENP)
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	APHA (1998)	Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos da UFPR (CEPPA)
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	APHA (1998)	Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos da UFPR (CEPPA)
Fosfato (PO ₄ ⁻³)	Espectrofotômetro HACH DR 800	Núcleo de Controle de Qualidade – Centro Universitário Positivo (UNICENP)
Nitrito (NO ₂ ⁻)	Espectrofotômetro HACH DR 800	Núcleo de Controle de Qualidade – Centro Universitário Positivo (UNICENP)

Nitrato (NO ₃ ⁻)	Espectrofotômetro HACH DR 800	Núcleo de Controle de Qualidade – Centro Universitário Positivo (UNICENP)
Potencial Hidrogeniônico (pH)	pHmêtro de mesa QUIMIS Q400A	Núcleo de Controle de Qualidade – Centro Universitário Positivo (UNICENP)
Sólidos Totais	APHA (1998)	Núcleo de Controle de Qualidade – Centro Universitário Positivo (UNICENP)
Pluviosidade	SUDERHSA	Estação de monitoramento do rio Negro
Limite da Zona Eufótica (LZE)	Disco de Secchi	Campo
Temperatura da água	Termômetro de mercúrio	Campo

2.5 ÍNDICES ECOLÓGICOS

2.5.1 Índice de Similaridade de Jaccard

Para a verificação da similaridade entre a biocenose de diatomáceas da área de estudo, foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard (J) (SAIZ, 1980). Este índice binário é uma expressão matemática baseada nas relações entre presença e ausência das espécies em uma amostra. O resultado é dado em porcentagem e obtido através da seguinte fórmula:

$$J = \frac{C}{A+B+C}$$

Onde:

A - espécies exclusivas da amostra 1

B - espécies exclusivas da amostra 2

C - espécies comuns em ambas

2.5.2 Índice de Similaridade de Bray-Curtis

A aplicação do índice de similaridade de Bray-Curtis (BRAY; CURTIS, 1957 apud PINTO-COELHO, 2000) foi baseada no software livre Biodiversity Pro, o qual também foi utilizado para a geração do dendograma para comparação entre os resultados obtidos nas quatro amostragens. Diferentemente do índice de similaridade de Jaccard, este índice quantitativo requer as abundâncias das diferentes espécies que compõem a comunidade estudada.

2.5.3 Índice de Diversidade Shannon e Equitatividade de Pielou

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (SHANNON; WEAVER, 1949 apud PINTO-COELHO, 2000) foi aplicado para avaliar a diversidade biológica das diatomáceas epilíticas encontradas nas quatro coletas realizadas. O Índice de Pielou avaliou a equitatividade entre as amostras e o padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies. Utilizou-se o software livre Biodiversity Pro para cálculo deste índice.

O teste “t” foi utilizado para verificar se houve diferença significativa entre as diversidades das amostragens.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE QUALITATIVA

A análise qualitativa de doze amostras epilíticas provenientes do rio Negro permitiu a identificação de 99 táxons infra-genéricos, entre os quais seis variedades, uma forma taxonômica e três táxons em nível genérico, os quais foram enquadrados em 39 gêneros, incluídos em 23 famílias: Stephanodiscaceae (1), Melosiraceae (1), Aulacoseiraceae (3), Orthoseiraceae (1), Fragilariaceae (4), Eunotiaceae (6), Cymbellaceae (6), Gomphonemataceae (8), Achnanthaceae (1), Cocconeidaceae (2), Achnanthidiaceae (9), Diadesmiaceae (5), Amphipleuraceae (5), Brachysiraceae (2), Neidiaceae (4), Sellaphoraceae (2), Pinnulariaceae (4), Naviculaceae (23),

Pleurosigmataceae (2), Stauroneidaceae (2), Catenulaceae (1), Bacillariaceae (8) e Surirellaceae (1).

As famílias mais representativas foram Naviculaceae (22,5%), Gomphonemataceae (7,8%) e Bacillariaceae (7,8%). Os gêneros com maior número de espécies e variedades foram *Navicula* (15,7%), *Gomphonema* (7,8%) e *Nitzschia* (6,9%).

O estudo contribuiu com cinco novos registros para o estado do Paraná: *Adlafia muscora*, *Gomphonema parvulum* f. *saprophilum*, *Luticola kotschyi*, *Navicula* sp. e *Neidium* sp.

Não foi possível realizar a determinação específica de três táxons *Encyonema* sp., *Navicula* sp. e *Neidium* sp., pois espécies com características semelhantes não foram encontradas na literatura consultada.

Sugerem-se estudos futuros mais detalhados das populações constatadas, sob microscopia eletrônica de varredura, para averiguar se estes táxons constituem novas espécies para a ciência.

O material identificado neste estudo como *Encyonema* sp. é muito semelhante a espécie encontrada por BRASSAC (1999) em rios da área de influência da usina hidrelétrica de Salto Caxias, Bacia do Rio Iguaçu. A autora também identificou o material como *Encyonema* sp.

Qualitativamente, das 102 diatomáceas identificadas, 50 ocorreram em ambas as estações de coleta; 32 foram exclusivas da coleta pré-derramamento e 20 ocorreram somente nas amostragens pós-derramamento (Tab. 03).

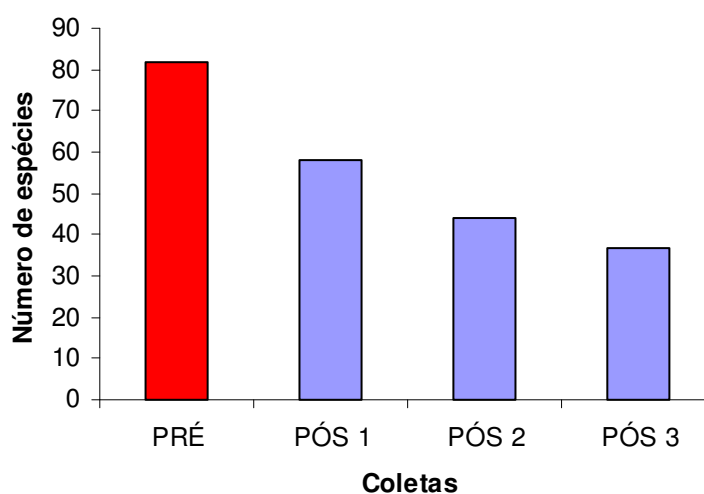
Considerando que apenas uma amostragem foi realizada anteriormente ao derramamento, verifica-se elevada exclusividade de táxons em relação às três coletas realizadas após o derramamento.

TABELA 03 – RIQUEZA DE ESPÉCIES, TÁXONS COMUNS E EXCLUSIVOS DAS FASES ANTERIOR E POSTERIOR AO DERRAMAMENTO DE ÓLEOS.

	Riqueza de espécies	Táxons exclusivos das fases Pré e Pós	Táxons comuns entre as fases Pré e Pós
Pré	82	32	
Pós 1	58		50
Pós 2	44	20	
Pós 3	37		

A maior riqueza de espécies, 82 táxons foi encontrada na coleta Pré - anterior ao derramamento de óleo diesel e vegetal. Registrou-se, portanto, uma elevada redução na riqueza de espécies no local estudado, apresentando 58, 44 e 37 táxons identificados, respectivamente, nas coletas Pós 1, Pós 2 e Pós 3 (Graf. 01). A perturbação antropogênica causada pelo aporte de óleo diesel e vegetal no rio Negro causou alterações na riqueza da comunidade de diatomáceas epilíticas durante o período de estudo.

GRÁFICO 01 - RIQUEZA DE ESPÉCIES NAS QUATRO AMOSTRAS COLETADAS.



Considerando a totalidade das espécies identificadas nas diferentes coletas do estudo, a similaridade (índice de Jaccard) entre a comunidade de diatomáceas epilíticas da coleta Pré e cada uma das três amostragens posteriores ao derramamento, diminuiu progressivamente com o passar do tempo e pode ser considerada baixa (Tab. 04).

A menor similaridade foi encontrada entre a coleta Pré e a coleta Pós 3 - apenas 30,7% das espécies foram encontrada nas duas coletas. Foi observada maior similaridade entre as coletas Pós 2 e Pós 3 - 58,8%, demonstrando a alteração na diatomoflórula epilítica entre as coletas pré e pós-derramamento.

TABELA 04 – SIMILARIDADE DE JACCARD (%) ENTRE AS AMOSTRAS COLETADAS NO RIO NEGRO COM BASE NA TOTALIDADE DAS ESPÉCIES DETERMINADAS.

	Pré	Pós 1	Pós 2	Pós 3
Pré	*	44	39,3	30,7
Pós 1	*	*	49,2	58,3
Pós 2	*	*	*	58,8
Pós 3	*	*	*	*

Comparando-se os valores de similaridade da fase pós-derramamento, observou-se um aumento temporal progressivo da similaridade da composição florística, em relação à amostragem Pós 1. E uma progressiva diminuição de similaridade, em relação à amostragem Pré.

O derramamento de óleo em ambientes aquáticos provoca a redução na riqueza (número de espécies) e a alteração na composição das populações, com aumento nas densidades populacionais de espécies resistentes e desaparecimento das espécies mais sensíveis (CETESB, 2007).

Segundo PINTO-COELHO (2000), um distúrbio externo torna evidentes as mudanças na composição específica das comunidades, durante os estágios serais de uma sucessão secundária. WUNSAM, CATTANEO e BOURASSA (2002) afirmam que a maturação da estrutura da comunidade de diatomáceas ocorre entre a segunda e terceira semana.

As coletas realizadas após o derramamento foram se tornando cada vez mais similares em relação à coleta Pós 1. Provavelmente durante o período deste estudo, a

comunidade das diatomáceas epilíticas ainda estava sofrendo impacto em decorrência do derramamento.

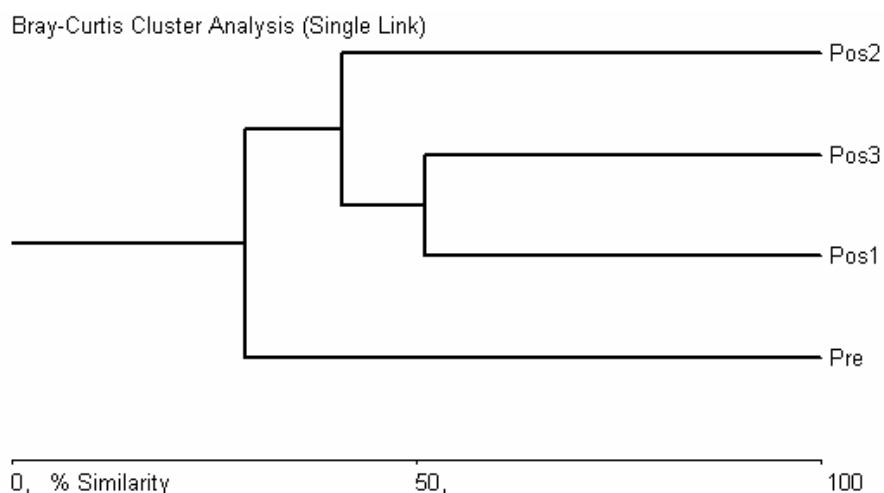
Segundo BENTO (2005), o espalhamento do óleo diesel é um processo físico que ocorre na interface água-ar, caracterizado pela formação de um filme superficial, que por sombreamento, pode ter alterado o regime fotossintético das diatomáceas, acarretando alterações na riqueza e diversidade da taxocenose estudada.

3.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

Análises considerando a diversidade de diatomáceas epilíticas nas amostras coletadas antes e após o derramamento de óleo no rio Negro, evidenciaram alterações temporais na comunidade.

A análise de grupamento gerada a partir da similaridade de Bray-Curtis (Fig. 04) entre as amostras permitiu evidenciar dois grupamentos distintos. Um caracterizado pela aproximação das três coletas pós-derramamento e o outro, composto apenas pela coleta realizada anteriormente ao derramamento. Ficou demonstrado que após o aporte de óleo diesel e vegetal, a estrutura da comunidade das diatomáceas epilíticas sofreu alteração qualitativa e quantitativa. Observou-se que a amostra Pós 3 apresentou diversidade mais próxima a coleta Pós 1, sugerindo uma tendência da comunidade em se restabelecer após um evento natural ou antrópico que altere sua diversidade.

FIGURA 04 - DENDROGRAMA REPRESENTANDO O ÍNDICE DE BRAY-CURTIS (SINGLE LINK) DAS ESPÉCIES ABUNDANTES DAS AMOSTRAS DAS FASES PRÉ E PÓS-DERRAMAMENTO DE ÓLEOS.



A aplicação do índice de Bray-Curtis demonstrou que a menor similaridade foi encontrada entre a coleta Pré e a última coleta realizada após o derramamento Pós 3, apresentando 18,33% de similaridade, enquanto a maior similaridade 51,15% foi encontrada entre a coleta Pós 1 e Pós 3 (Tab. 05).

TABELA 05 – SIMILARIDADE DE BRAY-CURTIS (%) ENTRE AS AMOSTRAS COLETADAS NO RIO NEGRO COM BASE EM TODAS AS ESPÉCIES ENCONTRADAS.

	Pré	Pós 1	Pós 2	Pós 3
Pré	*	31,01	21,22	18,33
Pós 1	*	*	35,22	51,15
Pós 2	*	*	*	40,70
Pós 3	*	*	*	*

Comparando-se a similaridade (índice de Bray-Curtis) entre a diversidade encontrada na coleta realizada anteriormente ao derramamento (Pré) e a primeira coleta realizada após o derramamento (Pós 1) apresentou 31,01%. No espaço temporal de 63 dias (12/07 a 19/09), tal valor encontrado poderia ser explicado pelas mudanças

climáticas do período (inverno – primavera). Porém, o estudo desenvolvido por RODRIGUES e LOBO (2000), considerando amostras de diatomáceas epilíticas coletadas no inverno (setembro) e verão (março), não registrou diferenças sazonais significativas na estrutura da comunidade entre as coletas.

A sazonalidade provavelmente não foi o motivo da alteração na diversidade e riqueza entre as coletas realizadas, pois foram realizadas num curto intervalo de tempo (apenas dois meses) e talvez não sendo um período significativo para alterações na estrutura da comunidade de diatomáceas epilíticas.

Um distúrbio externo pode provocar uma seqüência de mudanças estruturais e funcionais em comunidades, levando à sucessão secundária onde existia uma comunidade preexistente PINTO-COELHO (2000).

Segundo STEVENSON (1996), a sucessão não ocorre a menos que a performance das espécies que compõem a biocenose seja diferente. Com base nesta afirmação, é possível inferir que a resposta ao derramamento de ambos os óleos provavelmente não foi igual para todas as espécies que compõem a comunidade de diatomáceas epilíticas do rio Negro.

Os valores estimados para a diversidade específica (H') e equitatividade (J') foram bastante próximos, sendo que apenas a diversidade da comunidade de diatomáceas na amostra Pós 3 apresentou redução significativa (Tab. 06).

TABELA 06 - DIVERSIDADE BIOLÓGICA (SHANNON-WIENER) DAS COMUNIDADES DAS DIATOMÁCEAS EPILÍTICAS NAS QUATRO AMOSTRAGENS.

	H'	J'	T (5%)	GL	p	r
Pré	1,36	0,71	x	x	x	82
Pós 1	1,24	0,73	-0,6	1190	>0,05	58
Pós 2	1,24	0,75	-1,01	1105	>0,05	44
Pós 3	0,92	0,59	3,11	1161	<0,05	37

A diversidade de espécies está associada ao seu número (riqueza de espécies) e à distribuição do número de indivíduos entre as espécies (eqüitatividade). Quando comparada com as demais amostragens, Pós 3 apresentou baixa riqueza de espécies e densidade elevada de apenas dois táxons. *Encyonema perpusillum* representou 39,4% e *Geissleria aikenensis* 23,5% do total das espécies encontradas, influenciando na eqüitatividade. *Encyonema perpusillum* esteve presente em todas as amostragens, foi abundante nas três amostragens pós-derramamento e considerada descritora apenas para a última amostragem. *Geissleria aikenensis* foi encontrada em todas as amostragens, sendo considerada abundante e descritora para todas as coletas pós-derramamento.

A maior alteração na estrutura da comunidade pôde ser evidenciada na última coleta, 30 dias após o derramamento de óleo diesel e vegetal. LI et al. (2007) afirmam que até duas semanas depois de um derramamento de óleo vegetal constatou-se morte de bactérias e invertebrados bentônicos num estudo desenvolvido em microcosmos, devido à toxicidade de substâncias intermediárias da biodegradação do óleo vegetal. Esse é um possível efeito tóxico que pode ter alterado a estrutura da comunidade, pois aparentemente cada espécie de diatomácea epilítica possui resiliência biológica específica.

A mesma espécie analisada numa mesma época do ano e que apresenta diferentes densidades, reflete condições ambientais diferentes, sendo outras populações que assumem as posições prioritárias na hierarquização numérica (SAIZ, 1980). Possivelmente, a diferença na riqueza específica e na diversidade em cada coleta foi influenciada por fatores alóctones, pois cada coleta apresentou um número diferente de espécies e de diversidade. Houve um decréscimo na riqueza específica após o derramamento e grande diminuição na diversidade e riqueza específica na última coleta - Pós 3.

3.2.1 Espécies Abundantes e Descritoras

O estudo quantitativo das quatro amostras permitiu a seleção de 26 espécies abundantes (Tab. 07) segundo os critérios de LOBO e LEIGHTON (1986).

TABELA 07 - ESPÉCIES ABUNDANTES (CÉLULAS EM CINZA) E DESCRITORAS (*): VALORES MÉDIOS ENTRE AS ABUNDÂNCIAS RELATIVAS ESTIMADAS NAS SUB-AMOSTRAS.

Espécies	Pré	Pós 1	Pós 2	Pós 3
<i>Achnantheidium biasolettianum</i>	145,0*	19,7	0,3	0,0
<i>Achnantheidium exiguum</i>	5,0	15,0	91,3*	11,0
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	15,3	13,7	64,0*	20,3
<i>Aulacosiera ambigua</i>	1,7	11,0	0,7	1,0
<i>Aulacosiera distans</i>	28,0	3,3	18,7	15,0
<i>Chamaepinnularia bremensis</i>	21,7	0,0	0,0	0,0
<i>Diademsis contenta</i>	42,3*	2,0	0,7	0,3
<i>Discostella stelligera</i>	4,7	8,3	49,7*	32,0*
<i>Encyonema perpusillum</i>	1,7	18,3	14,3	236,7*
<i>Encyonema silesiacum</i>	3,0	21,3	53,3*	29,3
<i>Eolimna minima</i>	63,7*	120,3*	21,3	29,3
<i>Geissleria aikenensis</i>	4,7	146,7*	43,0*	141,0*
<i>Gomphonema parvulum</i>	8,0	14,0	25,7	8,0
<i>Luticola goeppertiana</i>	0,7	5,7	51,7*	13,0
<i>Mayamaea atomus var. permitis</i>	21,0	8,3	25,7	5,0
<i>Navicula rostellata</i>	1,7	18,0	2,3	3,0
<i>Navicula salinicola</i>	39,0*	0,3	0,0	0,0
<i>Navicula schroeterii</i>	2,3	35,0*	4,3	8,3
<i>Navicula veneta</i>	0,3	31,0*	0,0	0,0
<i>Navicula vilaplanii</i>	8,3	1,3	0,0	0,0
<i>Neidium sp</i>	22,7	0,0	0,0	0,0
<i>Nitzschia clausii</i>	10,3	4,7	0,0	0,7
<i>Nitzschia frustulum</i>	14,3	0,0	0,0	0,0
<i>Nitzschia palea</i>	21,0	16,0	1,7	3,3
<i>Planothidium lanceolatum</i>	0,7	1,7	58,0*	2,3
<i>Surirella stalagma</i>	23,3	0,0	0,0	0,0
Número total de espécies abundantes	15	13	12	6
Porcentagem das espécies abundantes em relação ao total contado (600 valvas)	80,6%	80%	86,1%	81,3%

Observou-se que as espécies abundantes sempre perfizeram mais de 80% da contagem realizada. A partir do aporte de poluentes houve uma diminuição progressiva no número espécies abundantes ao longo das coletas, mas a representatividade das mesmas dentro da comunidade torna-se maior, diante das densidades mais elevadas registradas.

Houve influência do óleo diesel e vegetal, pois espécies com maior resiliência biológica aumentam seu nicho ecológico.

A coleta Pré apresentou 15 espécies abundantes, entre as quais quatro descritoras (*): *Achnanthidium minutissimum*, *Achnanthidium biasolettianum**, *Aulacoseira distans*, *Chamaepinnularia bremensis*, *Diadsmis contenta**, *Eolimna minima**, *Gomphonema parvulum*, *Mayamaea atomus* var. *permitis*, *Navicula salinicola**, *Navicula vilaplanii*, *Neidium sp*, *Nitzschia clausii*, *Nitzschia frustulum*, *Nitzschia palea* e *Surirella stalagma*. Destas, 26,6% foram abundantes apenas nesta amostragem e 13,3%, em todas as coletas. Praticamente 50% de todas as espécies abundantes na coleta Pré não foram encontradas na coleta Pós 2 e Pós 3 (Tab. 08), mostrando que houve uma substituição representativa das espécies predominantes durante o período estudado.

TABELA 08 – DENSIDADE DAS SETE ESPÉCIES ABUNDANTES DA COLETA PRÉ QUE SOFRERAM REDUÇÃO NUMÉRICA OU NÃO FORAM MAIS REGISTRADAS NO PERÍODO DE ESTUDO.

Espécies	Pré	Pós 1	Pós 2	Pós 3
<i>Achnanthidium biasolettianum</i>	145	19,7	0,3	0
<i>Chamaepinnularia bremensis</i>	21,7	0	0	0
<i>Navicula salinicola</i>	39	0,3	0	0
<i>Navicula vilaplanii</i>	8,3	1,3	0	0
<i>Neidium sp</i>	22,7	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	14,3	0	0	0
<i>Surirella stalagma</i>	23,3	0	0	0

A tabela acima apresenta sete espécies abundantes da amostra Pré, sendo que três espécies foram encontradas em Pós 1, mas quatro espécies não foram mais registradas no período amostrado. *Chamaepinnularia bremensis*, *Neidium sp*, *Nitzschia frustulum* e *Surirella stalagma* foram encontradas apenas na coleta Pré.

A amostra Pós 1 apresentou 13 espécies abundantes entre as quais quatro descritoras (*): *Achnanthidium biasolettianum*, *Achnanthidium exiguum*, *Achnanthidium minutissimum*, *Aulacoseira ambigua*, *Encyonema perpusillum*, *Encyonema silesiacum*, *Eolimna minima**, *Geissleria aikenensis**, *Gomphonema parvulum*, *Navicula rostellata*, *Navicula schroeterii**, *Navicula veneta** e *Nitzschia palea*.

Na amostra Pós 2, 12 espécies foram consideradas abundantes, entre as quais sete descritoras (*): *Achnanthidium exiguum**, *Achnanthidium minutissimum**, *Aulacoseira distans*, *Discostella stelligera**, *Encyonema perpusillum*, *Encyonema silesiacum**, *Eolimna minima*, *Geissleria aikenensis**, *Gomphonema parvulum*, *Luticola goeppertiana**, *Mayamaea atomus* var. *permitis* e *Planothidium lanceolatum**.

Foram consideradas apenas seis espécies abundantes na amostra Pós 3, entre as quais três descritoras (*): *Achnanthidium minutissimum*, *Discostella stelligera**, *Encyonema perpusillum**, *Encyonema silesiacum*, *Eolimna minima* e *Geissleria aikenensis**.

Várias espécies abundantes registradas coincidem com as classificadas por LOBO, CALLEGARO e BENDER (2002) como características de ambientes bastante poluídos, em relação a níveis de matéria orgânica. *Achnanthidium minutissimum*, *Nitzschia palea*, *Luticola goeppertiana* e *Planothidium lanceolatum* foram espécies consideradas comuns em ambientes muito fortemente poluídos. *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula rostellata* e *Geissleria aikenensis* são características de ambientes fortemente poluídos (LOBO; CALLEGARO; BENDER, 2002). Espécies abundantes características de ambientes pouco poluídos não foram registradas.

Existem diferentes variáveis ligadas ao equilíbrio ecológico e à complexidade das comunidades, como por exemplo, a força de interação, ou seja, o efeito da densidade de uma espécie na taxa de crescimento de outra espécie (PINTO-COELHO, 2000). Por exemplo, no caso de *Achnanthidium biasolettianum* que foi a espécie abundante com a maior densidade na amostra Pré, declinando em número na Pós 1, apesar de ainda ser abundante. Na amostra Pós 2, a espécie apresentou apenas uma valva, e na Pós 3, foi ausente. Portanto, o declínio da densidade de *Achnanthidium biasolettianum* provavelmente foi compensado por outras espécies, como *Eolimna minima* e *Geissleria aikenensis* na Pós 1; *Achnanthidium exiguum*, *A. minutissimum*, *Planothidium*

lanceolatum e *Encyonema silesiacum* em Pós 2 e *Encyonema perpusillum* e *Geissleria aikenensis* em Pós 3.

Segundo SANTOS (2007), *Achnanthidium biasolettianum* e *Achnanthidium minutissimum* foram observados em substratos naturais (folha de macrófitas) sob microscopia eletrônica de varredura (M.E.V.) e foram registrados vários exemplares isolados adnatos ao substrato através da mucilagem secretada pela rafe. Eles só foram registrados aderidos diretamente ao substrato. *Achnanthidium biasolettianum* foi a espécie abundante com maior número de indivíduos encontrados na coleta Pré, porém, ao longo das coletas teve o número de indivíduos decrescendo de forma acentuada, até o total desaparecimento na coleta Pós 3. *Achnanthidium minutissimum* aumentou sua densidade na coleta Pós 2 e Pós 3, provavelmente ocupando o espaço no substrato deixado por *A. biasolettianum*. Provavelmente o substrato é um fator limitante para o crescimento de espécies pertencentes ao gênero *Achnanthidium*.

Segundo STEVENSON (1996), *Achnanthidium minutissimum* é uma espécie resistente a distúrbios ambientais. MORO e FÜRSTENBERGER (1997) comentam que *Achnanthidium minutissimum* é uma espécie euritrófica, possuindo capacidade de se desenvolver em ambientes com grandes variações na concentração de nutrientes.

Eolimna minima é uma espécie considerada polissapróbica característica de zonas de degradação e putrefação, com concentração muito baixa ou nula de oxigênio, comum a ambientes eutróficos (MORO; FÜRSTENBERGER, 1997). Entretanto a espécie foi classificada como pertencente a ambientes menos poluídos, sensível à poluição orgânica (SALAMONI, 2004). Juntamente com *Achnanthidium minutissimum* foram as duas únicas espécies abundantes em todas as coletas realizadas. Aparentemente essas espécies não apresentaram variações em sua densidade antes e após o derramamento.

O gênero *Encyonema* pode apresentar diferentes formas de fixação ao substrato, segundo o estudo de SANTOS (2007). Foram encontrados somente indivíduos de forma isolada e prostrada ao substrato.

Entretanto ROUND; CRAWFORD e MANN (1990) comentam que esse gênero caracteriza-se pela formação de tubos de mucilagem para fixar-se ao substrato.

Duas espécies pertencentes ao gênero *Encyonema* se destacaram: *E. silesiacum* e *E. perpusillum* foram consideradas abundantes em todas as coletas pós-derramamento. Mas não foram consideradas abundantes na coleta Pré. *Encyonema perpusillum* foi a espécie mais representativa na coleta Pós 3, apresentando 39,4% do total das espécies encontradas, ou seja, a maior porcentagem apresentada por apenas uma única espécie. Talvez ambas as espécies ampliaram seu nicho ecológico (substrato) ocupando o lugar de espécies que não conseguiram sobreviver ao efeito tóxico provocado pelo óleo diesel e vegetal, aumentando assim sua densidade específica na comunidade de diatomáceas epilíticas.

O gênero *Encyonema* segundo HERMANY et al (2006) tem grande habilidade como competidor por luminosidade. Devido ao tubo de mucilagem, esse gênero se estabelece como colonizador dominante. *Encyonema perpusillum* é encontrado em ambientes oligo/b-mesossaprobicos, ou seja, com pouca matéria orgânica. Trata-se de uma espécie que se desenvolve melhor em ambientes com correnteza baixa, pois é facilmente deslocada do substrato.

As espécies *Encyonema perpusillum*, *Geissleria aikenensis* e *Luticola goeppertiana* são espécies características de ambientes com baixa quantidade de minerais e compostos orgânicos HERMANY et al. (2006). Foram abundantes na coleta Pós 2, amostra que apresentou os menores índices de nitrato, nitrito, DQO e DBO₅ e a menor pluviosidade considerando-se 14 dias anteriores à coleta - 7,5 mm de chuva. Talvez a soma desses fatores favoreceu o aumento da densidade de *Encyonema perpusillum* e *Encyonema silesiacum* após o derramamento. LANGE-BERTALOT (1979), LOBO et al. (2002) e SALOMONI (2004) citam *Luticola goeppertiana* como espécie resistente à poluição orgânica.

Entretanto *Geissleria aikenensis* para TORGAN e OLIVEIRA (2001) é considerada uma espécie comum em locais com elevada DBO₅ (6.42 – 12.94 mg/L), alta quantidade de nutrientes e sólidos totais. Espécie que ocorre em água fortemente poluída por matéria orgânica.

Algumas diatomáceas possuem grande resiliência e conseguem viver sob várias condições ambientais. Como *Planothidium lanceolatum* que possui hábito prostrado, habita depressões e fendas onde obtém proteção pela sua abrasão ao substrato e está adaptado para crescer em ambientes com pouca luminosidade. Pode viver até 30 dias na ausência total de luz de forma quiescente ou de forma heterotrófica (STEVENSON, 1996). Esta espécie foi encontrada em todas as coletas, mas só foi considerada abundante na coleta Pós 2. Devido ao seu hábito prostrado, aderida diretamente ao substrato, este táxon só pode se desenvolver onde houver substrato livre para ser ocupado. O derramamento de ambos os óleos diminuiu a densidade de espécies com menor resiliência e o substrato ficou livre para ser colonizado por diatomáceas pertencentes à espécie *Planothidium lanceolatum*.

Os gêneros *Navicula* e *Nitzschia* possuem a capacidade de se desenvolverem em ambientes com baixas quantidades de luz e podem fazer a suplementação energética de forma heterotrófica. Para *Nitzschia palea* não é o enriquecimento por nutrientes que altera a composição específica dentro de uma comunidade, mas sim outros fatores (STEVENSON, 1996). O estudo desenvolvido por SALOMONI (2004) apontou *Nitzschia palea* como uma espécie considerada dominante em ambientes poluídos.

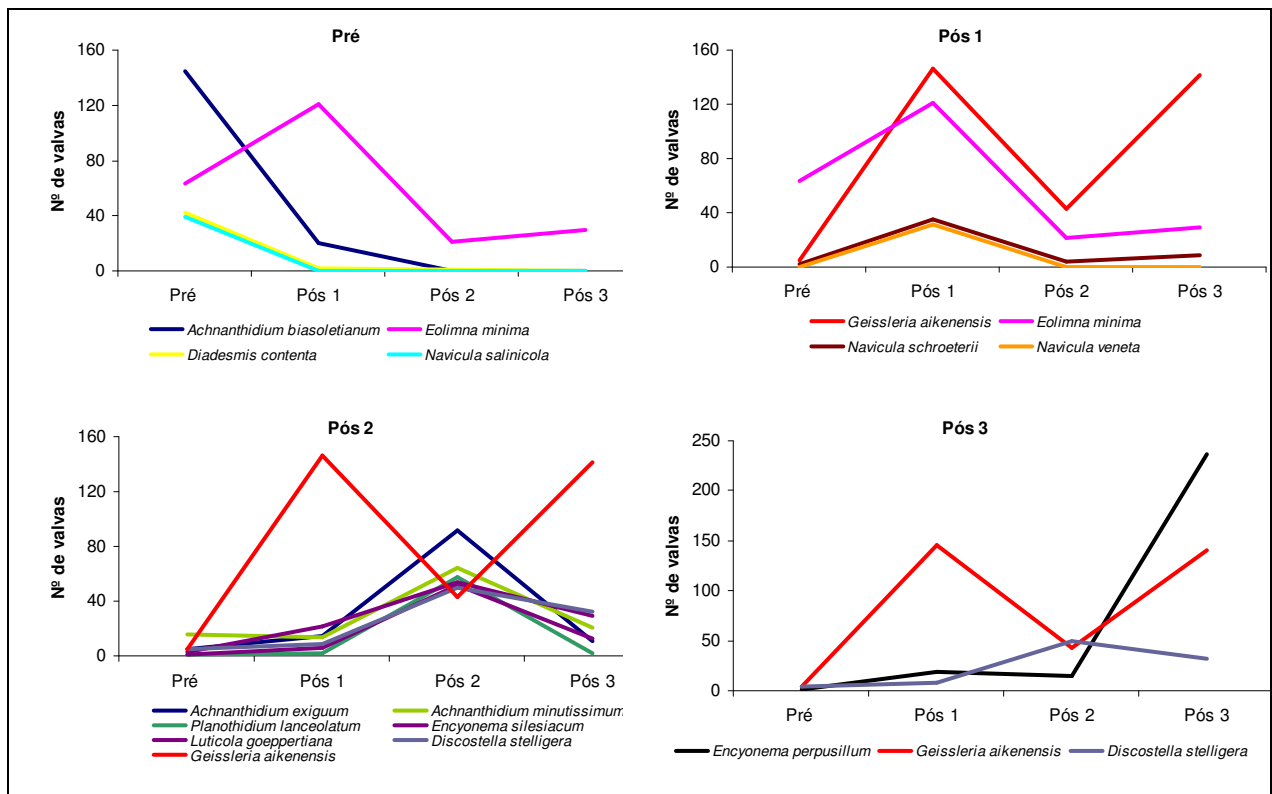
Nove espécies pertencentes a estes dois gêneros foram consideradas abundantes nas coletas Pré e Pós 1, mas nenhuma espécie pertencente aos gêneros *Navicula* e *Nitzschia* foram consideradas abundantes nas coletas Pós 2 e Pós 3, sugerindo que o motivo da substituição das espécies abundantes não tenha relação direta ao fotoperíodo ou nutrientes, mas sim com outros fatores ambientais, como a poluição causada pelo óleo diesel e vegetal.

A estrutura da comunidade reflete as adaptações de cada espécie na biocenose. Isso é reflexo da coexistência com outras espécies e também o nicho ecológico, ou seja, a relação do indivíduo com todos os aspectos de seu habitat. Os fatores físicos, químicos e biológicos formam um espaço n-dimensional. O número de espécies numa comunidade depende não só do tamanho desse espaço, mas do tamanho médio de cada nicho específico (PINTO-COELHO, 2000).

A dinâmica da comunidade é regida por uma ordem, primeiramente a disponibilidade de local (substrato), a disponibilidade de espécies e diferentes performances individuais (STEVENSON, 1996). Isto pode ser evidenciado na medida em que as espécies que habitam diretamente o substrato vão diminuindo sua densidade, sendo que este nicho fica livre para recolonização (sucessão secundária), pois outras espécies ocuparam este substrato livre.

O gráfico abaixo mostra o comportamento das espécies de diatomáceas epilíticas consideradas descritoras ambientais em cada amostragem realizada ao longo do período de estudado no rio Negro.

GRÁFICO 02 - NÚMERO DE VALVAS DAS ESPÉCIES DESCRITORAS EM CADA AMOSTRAGEM NAS DIFERENTES DATAS DE COLETA.



As quatro espécies consideradas descritoras ambientais na coleta Pré foram (Graf. 02): *Achnanthes biasolettianum* (24,1%), *Eolimna minima* (10,6%), *Diademesma contenta* (7%) e *Navicula salinicola* (6,5%).

Para a espécie *Achnantheidium biasolettianum* foi encontrado apenas um indivíduo na coleta Pós 2 e nenhuma valva na coleta Pós 3, *Diadsmis contenta* apresentou redução numérica significativa, sendo encontrado apenas uma valva na coleta Pós 3. Para *Navicula salinicola* foi identificado apenas um indivíduo na coleta Pós 1, não sendo encontrado nenhuma valva na coleta Pós 2 e Pós 3.

Eolimna minima foi a única espécie que não apresentou grande redução numérica.

As espécies descritoras encontradas na Pós 1 foram (Graf. 02): *Geissleria aikenensis* (24,4%), *Eolimna minima* (20,1%), *Navicula schroeterii* (5,8%), *Navicula veneta* (5,1%).

A espécie *Geissleria aikenensis* foi uma espécie considerada descritora para todas as coletas da fase pós-derramamento. Nesta coleta *Eolimna minima* apresentou maior número de indivíduos em relação a todas as coletas.

Para a coleta Pós 2 foram consideradas espécies descritoras (Graf. 02): *Achnantheidium exiguum* (15,2%), *Achnantheidium minutissimum* (10,6%), *Planothidium lanceolatum* (9,6%), *Encyonema silesiacum* (8,8%), *Luticola goeppertiana* (8,6%), *Discostella stelligera* (8,2%) e *Geissleria aikenensis* (7,1%)

A espécie *Achnantheidium minutissimum* foi considerada descritora apenas nesta coleta. Esta amostragem apresentou o maior número de espécies consideradas descritoras ambientais, mais que o dobro do número apresentado na coleta Pós 3.

E para coleta Pós 3, apenas 3 espécies foram consideradas descritoras ambientais (Graf. 02): *Encyonema perpusillum* (39,4%) *Geissleria aikenensis* (23,5%) e *Discostella stelligera* (5,3%).

Esta foi a amostragem que apresentou o menor número de espécies descritoras, apenas 3 espécies. Foi a única coleta que apresentou *Encyonema perpusillum* como descritora, além disso, esta espécie apresentou a maior densidade para uma única coleta - 39,4% do total de espécies identificadas.

3.3 Parâmetros Físico-Químicos

Os valores encontrados para os parâmetros físico-químicos mensurados neste estudo estão descritos na TABELA 09:

TABELA 09 - DADOS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA NAS COLETAS PRÉ E PÓS-DERRAMAMENTO DE ÓLEO DIESEL E VEGETAL.

Parâmetros Físico-químicos	Pré	Pós 1	Pós 2	Pós 3
Condutividade $\mu\text{ohms/cm}$	42	29	39	39
DBO ₅ mg O ₂ /L	5,04	6,29	1,96	3,70
DQO mg O ₂ /L	3,0	13,4	5,4	5,5
Fosfato mg/L	0,50	0,47	0,22	0,14
Nitrato mg/L	1,0	1,9	0,7	1,0
Nitrito mg/L	0,014	0,030	0,018	0,023
pH	7,1	6,9	7,2	7,2
Sólidos Totais mg/L	50	100	90	100
Pluviosidade Mensal mm/H ₂ O	102,0	85,2	200	200
Altura do Disco de Secchi (cm)	88	80	93	85
Temperatura °C	18	17	17	19

Os valores de condutividade (Tab. 09) encontrados nos quatro pontos de coleta estão dentro da normalidade para um rio que sofre diretamente ação antrópica proveniente principalmente dos municípios de São Bento do Sul, Rio Negrinho e Mafra (SC) e Rio Negro (PR). A condutividade pode não estar diretamente relacionada com a poluição do rio, pois o contato da água com as rochas no leito do rio pode solubilizar os sais presentes na composição das mesmas, resultando no aumento da condutividade. Por outro lado, pode também ser um indicativo de eutrofização por nutrientes exógenos. Este parâmetro não sofreu grande alteração após o derramamento de óleo diesel e vegetal.

A coleta Pré apresentou um valor de DBO_5 de 5,04 mg O_2/L . Este parâmetro é utilizado normalmente para mensurar quantidade de matéria orgânica proveniente de esgotos domésticos, despejos de matadouros, laticínios, curtumes, usinas de álcool (SUDERHSA, 1997). O maior valor encontrado foi na primeira coleta após o derramamento - 6,29 mg O_2/L . Este índice pode ter sido aumentado devido à presença do óleo vegetal. O menor valor de DBO_5 encontrado foi na coleta Pós 2, apresentando 1,96 mg O_2/L , pois provavelmente nesta coleta não existia mais óleo presente na água.

A DQO encontrada na coleta Pré foi de 3,0 mg O_2/L . Mas na primeira coleta realizada após o derramamento - Pós 1, apresentou uma DQO muito alta -13,41 mg O_2/L , quatro vezes maior que a DQO encontrada na coleta Pré. Tal fato pode ser atribuído ao aporte de óleo vegetal e pela fração alifática do óleo diesel, pois a DQO mede a quantidade de oxigênio consumida na oxidação de matéria biodegradável e não biodegradável. Normalmente é maior que a DBO_5 .

Estas substâncias orgânicas são imiscíveis em água, sofrendo oxidação pelo oxigênio molecular presente na água, aumentando, conseqüentemente, a DQO. Segundo LI et al. (2007), um efeito comum do óleo vegetal em ambientes aquáticos é a depleção de oxigênio dissolvido presente na coluna d'água. Nas coletas Pós 2 e Pós 3 a DQO foi praticamente a mesma, em torno de 5,04 mg O_2/L , pois, provavelmente, nas duas últimas coletas não havia traços de óleo diesel e vegetal presentes na água.

A coleta Pré apresentou os maiores níveis de fosfato 0,5 mg/L. As possíveis fontes da elevada quantidade desse nutriente podem ser as galerias pluviais dos municípios de Mafra e Rio Negro, que captam dos domicílios, resíduos provenientes de detergentes líquidos e esgoto doméstico, os maiores causadores do aumento de fosfato dissolvido na água, juntamente com fertilizantes agrícolas. Os rios pertencentes à bacia hidrográfica do Iguaçu apresentam índices elevados de fosfato, sempre acima dos limites permitidos para suas classes (SUDERHSA, 1997). Na coleta pós-derramamento, as quantidades de fosfato decresceram sucessivamente, sendo a coleta Pós 3, a que apresentou a menor quantidade de fosfato - 0,14 mg/L.

Segundo BENTO (2005), os óleos de origem fóssil são compostos principalmente de hidrocarbonetos, que podem servir como fonte de carbono para o desenvolvimento de microorganismos. Para que se processe a biodegradação há necessidade de outros nutrientes como o nitrogênio e o fósforo, os quais são requeridos em maior quantidade. Provavelmente os índices de fosfato foram decrescendo, talvez em detrimento da atividade de biodegradação do óleo diesel e vegetal. Desta maneira, a oferta deste macro-nutriente para as comunidades aquáticas pode ter diminuído.

Os valores do pH foram semelhantes entre as coletas, apresentando um pH médio em torno de 7,1. Este parâmetro não sofreu variação significativa pois o potencial hidrogeniônico não foi alterado pelos produtos orgânicos que vazaram dos vagões, que provavelmente não apresentavam basicidade ou acidez suficientes para alterar de forma significativa o pH do rio Negro.

Valores de sólidos totais aumentaram de 50 mg/L na coleta Pré para 100 mg/L na coleta Pós 1. Aparentemente a pluviosidade não foi o fator que alterou os níveis de sólidos totais. A pluviosidade mensal (ANEXO 1 – Tab. 12) expressa em mm de chuva foi determinada diariamente (SUDERHSA, 2007). As medidas da pluviosidade foram consideradas a partir de 14 dias anteriores a cada coleta realizada. Não foram observadas grandes variações entre os valores encontrados para a pluviosidade entre as coletas Pré e Pós 1. A coleta Pré apresentou o valor de 47,7 mm de chuva; a Pós 1, 50,8 mm; e para última coleta Pós 3 - 26,4 mm. A menor pluviosidade foi encontrada na coleta Pós 2 que apresentou 7,5 mm de chuva.

Segundo LI et al. (2007), o óleo vegetal pode sedimentar na presença de materiais em suspensão na coluna de água como areia, silte e argila, além de causar a morte de organismos que apresentam hábito sésil. O rio Negro apresenta cor característica apresentada por suas águas barrentas, com grande quantidade de matéria em suspensão. No trecho que corta as cidades de Rio Negro (PR) e Mafra (SC), possui trechos com fluxo lento devido à presença de remansos naturais ou provocados pela extração de areia e pedregulho. Entretanto existem vários trechos do rio que apresentam corredeiras, pequenas quedas e cachoeiras.

Segundo BENTO (2005) entre os constituintes do petróleo, os hidrocarbonetos apresentam características apolares (hidrófobos) e têm uma maior tendência de associação às fases sólidas, tais como as partículas em suspensão, tecidos biológicos e sedimentos. Assim, a emulsificação é caracterizada pela agregação e pelo aumento de peso e volume de partículas promovidas pelo óleo. E com isso induz o aumento da densidade específica do óleo, fazendo o mesmo afundar e atingir diretamente o perifíton.

BHATTACHARYYA, KLERKS e NYMAN (2003) comentam que as espécies que habitam o sedimento são afetadas seriamente pela sedimentação de óleo diesel. Desta forma, os sólidos totais das coletas pós-derramamento podem ter influenciado a sedimentação do óleo diesel e vegetal superficiais. Assim, ambos os óleos atingiram diretamente a comunidade de diatomáceas epilíticas, acarretando alterações associativas na biocenose estudada.

Para determinar o limite da zona eufótica (LZE) foi utilizado o fator de conversão proposto por ESTEVES (1988). Os valores encontrados foram superiores a profundidade de coleta dos seixos para todas as amostragens realizadas. Portanto, no momento das coletas as diatomáceas epilíticas encontravam-se dentro do limite da zona eufótica.

Segundo STEVENSON (1996) a temperatura é fator mais limitante ao crescimento de uma comunidade em relação ao fósforo para biocenoses perifíticas. Esta relação de crescimento e temperatura é semanal. A temperatura não sofreu grande variação e o fósforo não foi um fator limitante neste estudo, portanto, a alteração na riqueza e diversidade foi provocada por outros fatores ambientais.

Há trabalhos utilizando diatomáceas como bioindicadoras para pH e salinidade, mas a grande maioria dos estudos avalia a tolerância das espécies em relação a níveis de matéria orgânica através de índices tróficos ou sapróbicos. Entretanto, não foram encontrados estudos em ecossistemas continentais que avaliam a tolerância de diatomáceas a óleo diesel ou vegetal. Desta forma, os resultados apresentados podem servir de base para delineamento de futuros experimentos envolvendo o efeito de óleo diesel e vegetal sobre a comunidade de diatomáceas epilíticas.

4 Considerações finais:

- Evidenciaram-se alterações na composição e abundância relativa das diatomáceas epilíticas do rio Negro, considerando-se a fase pré e pós-derramamento de óleo diesel e vegetal, confirmadas pela composição e abundância relativa estimada pelos índices de similaridade e diversidade aplicados.
- Ocorreu uma diminuição significativa da riqueza e do número de espécies abundantes após o derramamento.
- As espécies selecionadas como abundantes sempre representaram pelo menos 80% da densidade total de diatomáceas epilíticas identificadas, tornando-as características da biocenose estudada.
- 39% das diatomáceas só foram encontradas na coleta Pré.
- Do total das espécies encontradas na coleta Pré, 65,8% não foram encontradas na coleta Pós 3.
- Constatou-se uma grande exclusividade de táxons na amostragem pré-derramamento, em relação às amostras pós. A única coleta realizada antes do derramamento apresentou quase o dobro de táxons exclusivos em relação às três coletas realizadas após o derramamento.
- Entre a amostragem Pré e Pós 1 houve 33% espécies abundantes em comum, refletindo as primeiras alterações na comunidade de diatomáceas. A análise entre as coletas Pós 1 e Pós 2 apresentou 50% de similaridade entre as espécies abundantes. Das espécies abundantes na amostragem Pós 3, 100% foram abundantes na Pós 2. Entretanto quando se compara a amostragem Pré com amostragem Pós 3, apenas 13,3 % das espécies estavam presentes como abundantes nas duas coletas.
- A amostragem Pós 3 apresentou menor riqueza de espécies e maior densidade de uma única espécie - *Encyonema perpusillum*, refletindo um estágio de colonização oportunista, diante de fatores que poderiam estar favorecendo esta espécie, tais como: oferta de substrato pelo desaparecimento de outras espécies em decorrência do derramamento, pela elevada potencialidade de colonização desta espécie, além da baixa correnteza e pouca quantidade de nutrientes.

- As diatomáceas epilíticas responderam de forma diferenciada ao derramamento de óleo diesel e vegetal, de acordo com a resiliência biológica das espécies que compõem a biocenose estudada. Houve aumento da densidade de algumas espécies, diminuição de outras e algumas desapareceram ao longo do período do estudo.
- *Eolimna minima* e *Achnanthyidium minutissimum* foram as únicas espécies abundantes em todas as amostragens realizadas, sendo citadas como espécies polissapróbicas e com amplo espectro de tolerância ambiental (MORO; FÜRSTENBERGER, 1997). Possivelmente sejam espécies tolerantes à presença de óleo diesel e vegetal.
- Os gêneros *Navicula* e *Nitzschia* apresentaram muitas espécies consideradas abundantes nas duas primeiras amostragens (Pré e Pós 1), mas nas duas últimas não foram encontradas espécies pertencentes aos dois gêneros, provavelmente estes dois gêneros possuem táxons sensíveis a presença de óleo diesel e vegetal.
- *Geissleria aikenensis*, *Encyonema perpusillum* e *Encyonema silesiacum* foram espécies encontradas na coleta Pré e se tornaram abundantes em todas as amostragens pós-derramamento, provavelmente pela oferta de espaços desocupados no substrato. Este espaço foi preenchido por estas três espécies que possuem maior sucesso na recolonização.
- Espécies adnatas ao substrato, com hábito semelhante, como as pertencentes ao gênero *Achnanthyidium* apresentaram distintos comportamentos: *Achnanthyidium biasoletianum* desapareceu progressivamente ao longo das coletas; *Achnanthyidium exiguum* foi encontrado em todas as coletas e *Achnanthyidium minutissimum* foi abundante em todas as coletas.
- Todas as espécies abundantes das coletas pós-derramamento foram encontradas na coleta Pré, mas praticamente 50% das espécies abundantes da coleta Pré não foram encontradas nas três coletas Pós.

- As seguintes espécies: *Achnanthydium biasoletianum*, *Chamaepinnularia brementis*, *Navicula salinicola*, *Navicula vilaplanii*, *Neidium sp*, *Nitzschia frustulum* e *Surirella stalagma*, foram consideradas abundantes na amostragem Pré. E ao longo das coletas diminuíram sua densidade até o total desaparecimento na amostragem Pós 3.
- O parâmetro físico-químico que sofreu maior alteração foi a DQO, que na fase pós-derramamento deste estudo sofreu grande aumento, esta alteração tem relação direta com a presença do óleo vegetal.

4.1 Recomendações:

- Que haja um esforço contínuo visando estudar a diversidade das diatomáceas em rios paranaenses para que em situações de impactos ambientais negativos, os registros possam servir como referência para estudos posteriores, tendo em vista as alterações rápidas na comunidade de diatomáceas.
- Realizar amostragens por período de tempo mais longo, gerando maior quantidade de dados para possibilitar o uso outros índices estatísticos, para melhor ilustrar as alterações na estrutura na biocenose de diatomáceas epilíticas.
- Utilizar apenas as espécies consideradas abundantes segundo o critério de LOBO e LEIGHTON (1986), para caracterizar a taxocenose de diatomáceas epilíticas.
- Estabelecer pelo menos duas estações de coleta ao longo do rio, uma no local atingido e outra à jusante, para servir como controle.
- Procurar detectar e quantificar nas amostras de água e epilíton, as substâncias tóxicas que podem estar impactando o ecossistema, neste caso, os HPAs e BTEX, compostos presentes em hidrocarbonetos que apresentam toxicidade.
- Gerar maior quantidade de dados que permitam utilizar métodos estatísticos como análise multivariada e PCA, para determinar qual parâmetro físico-químico mais contribui com a alteração da comunidade em estudo.
- Sempre que possível fazer a identificação das espécies em nível infra-genérico, pois espécies do mesmo gênero apresentaram diferentes respostas ao derramamento de óleo diesel e vegetal.

- Estimar densidades por volume ou área conhecidos, para melhor evidenciar as alterações quantitativas da comunidade.
- Mensurar a profundidade do rio no momento da coleta e analisar a velocidade da água como parâmetro abiótico.
- Apresentar uma flora bem determinada acompanhada por ilustrações de boa qualidade, em trabalhos sobre bioindicação, para permitir comparações com outros estudos.
- Utilizar seixos como substratos para obter amostras da comunidade de diatomáceas perifíticas, pois apresentaram homogeneidade de variâncias entre as contagens realizadas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. F. P. Use of diatoms for freshwater quality evaluation in Portugal. **Limnetica** v. 20, n.2, p. 205-213, 2001.

ALMEIDA, S. F. P., GIL, M. C. As diatomáceas na avaliação biológica da qualidade das águas doces superficiais. **Revista de Biologia**, Lisboa, v. 16, p. 169-175, 1998.

APHA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association. American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. 21th edition. Waschongton. D.C., 1998.

ATAB, D. **Diatomáceas (Bacillariophyta) de rios das bacias do Tibagi e do Itararé, centro-leste do Estado do Paraná, Brasil**. Curitiba, 2000. 173 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

BATE, G. A Water quality index for use with diatoms in the assessment of rivers. **Water SA** v. 20, n. 4, p. 493-498, 2004.

BELORE, M. L.; WINTER, J. G.; DUTHIE, H. C. Use of Diatoms and Macroinvertebrates as Bioindicators of Water Quality in Southern Ontario Rivers. **Canadian Water Resources Journal**, v. 27, n. 4, p. 457, 2002.

BENTO, M. B. **Análise química da degradação dos hidrocarbonetos de óleo diesel no estuário da Lagoa dos Patos – Rio Grande do Sul**. Rio Grande do Sul, 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BHATTACHARYYA, S.; KLERKS P. L.; NYMAN, J. A. Toxicity to freshwater organisms from oils and oil spill chemical treatments in laboratory microcosms. **Environmental Pollution** v. 122 p. 205–215, 2003.

BRASSAC, N. **Diatomoflórula dos rios da área de Influência da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, Bacia do Rio Iguaçu – Paraná**. Curitiba, 1999, 317 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná.

BURLIGA, A. L.; SCHWARZBOLD, M.; LOBO, E. A.; PILLAR, V. D. Tipos funcionais da comunidade de algas epilíticas no rio Maquine, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Limnologica Brasílica**, v. 16, n. 4, p. 369-380, 2004.

BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C.; NOBREGA, E. A.; BEAUMORD, A. C.; COSTA, C. O.; YAMAUTI, D. V. Ditaomáceas epilíticas de rio Itajaí-Mirim, Santa Catarina, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 4, p. 415-421, 2005.

CLEVE-EULER, A. Die diatomeen von Schweden und Finnland. **Kongliga Svenska Vetenskaps Handlingar**, v. 4, n.5, p.1-225, 1953.

COMPANHIA DE POLÍCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 12º PELOTÃO – CANOINHAS/SC **Notificação de infração penal ambiental** Nº 031/12º PEL/CPPA/2004.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL CETESB
Emergências, acidentes, vazamentos e impactos do derramamento de óleo

Disponível em

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/acidentes/vazamento/impactos/efeitos.asp>> Acesso em 10 de junho de 2007.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE CONAMA **Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.** Disponível em

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 20 de abril de 2007.

DENICOLA, D. M.; EYTO, E.; WEMAERE, A.; IRVINE, K. Use epilithic algal communities to assess trophic status in Irish lakes. **Journal of Phycology**, v. 40, p. 481-495, 2004.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Ed. Interciência/FINEP. Rio de Janeiro, 1988, 575p.

FERRARI, F. **Diatomoflórula (Ochrophyta) dos rios Ivaí, São João e dos Patos, Bacia Hidrográfica do rio Ivaí (Alto Curso), Prudentópolis, Paraná**. Curitiba, 2004, 288 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná.

FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO – **FISPQ do óleo diesel S 500 Petrobrás**. Disponível em

<http://www.grupocombustran.com.br/pdf/fispq_diesel_s500.pdf> Acesso em 22 de fevereiro de 2007.

FORE, L. S.; GRAFE, C. Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in Idaho (U.S.A.). **Freshwater Biology**, v. 47, p. 2015-2037, 2002.

FRENGUELLI, J. Diatomeas de la region de los esteros del Yberá. **Anales del Museo Nacional de Historia Natural**, Buenos Aires, v. 37, p. 365-476, 1933.

HERMANY, G.; SCHWARZBOLD, A.; LOBO, E. A.; OLIVEIRA, M. A. Ecologia da comunidade de diatomáceas epilíticas de um sistema de rio de baixa ordem da Região Hidrográfica do Guaíba: subsídios ao monitoramento ambiental de ecossistemas aquáticos sul-brasileiros. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n. 1, p. 9-27, 2006.

HOHN, M. H.; HELLERMANN, J. The taxonomy and structure of diatom population from three eastern North American rivers using three sampling methods. **Transactions of the American Microscopical Society**, n. 80, p. 250-329, 1963.

HUSTEDT, F. Die Kiselalgen. In: Rabenhorst, L. **Kryptogamen-Flora**. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, v. 7, parte 3, 1961-1966, 8168 p.

INSTITUTO DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Química das Águas – QFL 3201 (2007)**. Disponível em http://www.ig.usp.br/wwwdocentes/paola/QFL3201_Atividade%201.pdf acesso em 19 de abril de 2007.

KALFF, J. **Limnology Inland Water Ecosystems** Prentice Hall: New Jersey p. 501-522, 2002.

KELLY, M. G.; CAZAUBON, A.; CORING, E.; DELL'UOMO, A.; ECTOR, L. GOLDSMITH, B.; GUASCH, H.; HÜRLIMANN, J.; JARLMAN, A.; KAWECKA, B.; KWANDRANS, J.; LAUGASTE, R.; LINDSTROM, E.-A.; LEITAO, M.; MARVAN, P.; PADISÁK, J.; PIPP, E.; PRYGIEL, J.; ROTT, E.; SABATER, S.; VAN DAM, H.; VIZINET, J. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessment in Europe. **Journal of Applied Phycology**, v. 10, p. 215-224, 1998.

KELLY, M. G.; PENNY, C. J.; WHITTON, B. A. Comparative performance of benthic diatom indices used to assess river water quality. **Hydrobiologia**, v. 302, p. 179-188, 1995.

KELLY, M. G.; WHITTON, B. A. The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. **Journal of Applied Phycology**, v. 7, p. 433-444, 1995.

KOBAYASI, H.; MAYAMA, S. Most pollution tolerant diatoms of severely polluted rivers in the vicinity of Tokyo. **Japanese Journal of Phycology** n. 30, p. 88-196, 1982.

KOBAYASI, H.; MAYAMA, S. Evaluation of River Water Quality by Diatoms. **The Korean Journal of Phycology** v. 4 n. 2, p. 121-133, 1989.

KRAMMER, K. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. *Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella*. **Diatoms of Europe**. v. 4, 2003. 530 p.

KRAMMER, K. The genus *Pinnularia*. **Diatoms of Europe**. A. R. G. Gantner Verlag K. G., Stuttgart. v. 1, 2000.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Naviculaceae. In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H.; Mollenhauer, D. **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart e New York: G. Fischer, v. 2, parte 1, 1986. 876 p.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H.;

MOLLENHAUER, D. **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart e New York: G. Fischer, v. 2, parte 2, 1988. 596 p.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: ETTL, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart e Jena: G. Fischer, v. 2, parte 3, 1991 (a). 576 p.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. In: ETTL, H.; GÄRTNER, G.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart e Jena: G. Fischer, v. 2, parte 4, 1991 (b). 437 p.

LANDUCCI, M. **Diatomáceas de rios da bacia hidrográfica litorânea, Paraná, Brasil: Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae (Achnanthales e Eunotiales)**. Curitiba, 2002. 138 p. Dissertação (mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

LANDUCCI, M.; LUDWIG, T. A. V. Diatomáceas de rios da bacia hidrográfica Litorânea, PR, Brasil: Coscinodiscophyceae e Fragilariophyceae. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 345-357, 2005.

LANGE-BERTALOT, H. Pollution Tolerance of Diatoms as a Criterion for Water Quality Estimation. **Nova Hedwigia**, v. 64, p. 285-304, 1979.

LANGE-BERTALOT, H. *Navicula* sensu stricto – 10 genera separated from *Navicula* sensu lato *Frustulia*. **Diatoms of Europe**, v. 2, p. 1-526, 2001.

LANGE-BERTALOT, H.; KÜLBST, K.; LAUSER, T.; NÖRPEL-SCHEMPP, M.; WILLMANN, N. Documentation und revision der von George Krasske beschriebenen Diatomeen-taxa. **Iconografia Diatomologica**, v. 3, p. 1-358, 1996.

LANGE-BERTALOT, H.; METZELTIN, D. Oligotrophie indikatoren. 800 taxa repräsentativ für drei diverse see-typen, kalkreich – oligodystroph – schwach gepuffertes weichwasser. **Iconographia Diatomologica**, v. 2, p. 1-390, 1996.

LANGE-BERTALOT, H.; METZELTIN, D.; WITKOWSKI, A. *Hippodonta* gen. nov. – Umschreibung und begründung einer Gattung der Naviculaceae. **Iconographia Diatomologica**, v. 4, p. 247-275, 1996.

LANGE-BERTALOT, H.; MOSER, G. *Brachysira*, Monographie der Gattung. **Bibliotheca Diatomologica**, Berlin, v. 29, 1-212, 1994.

LEANDRINI, J. A. **Diatomáceas períficas da região de captação de água da SANEPAR, Maringá, Pr. (Córrego Sarandi e Rio Pirapó)**. Curitiba, 1999, 244 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná.

LEANDRINI, A. L.; MOREIRA-FILHO H.; RODRIGUES L. Espécies perifíticas de *Navicula* Bory de dois sistemas lóticos do município de Maringá, Estado do Paraná, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 49-56, 2002.

LI, Z.; LEE, K.; COBANLI, S. E.; KING, T.; WRENN, B. A.; DOE, K. G.; JACKMAN, P. M.; VENOSA, A. D. Assessment of sediment toxicity during anaerobic biodegradation of vegetable oil using microtox® and *Hyalella azteca* bioassays. **Environmental Toxicology**, Dartmouth, v. 22, n.1 p. 1-8, 2007.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. M.; BENDER, E. P. Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadores da qualidade da água em rios e arroios da região hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul: **EDUNISC**, 2002. 127 p.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. M.; OLIVEIRA, M. A.; SALOMONI, S. E.; SHULER, S.; ASAI, K. Pollution tolerant diatom from lotic systems in the Jacuí Basin, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, n.47, p.45-72, 1996.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. M.; HERMANY, G.; BES, D.; WETZEL, C. E.; OLIVEIRA, M. A. Use of epilithic diatoms as bioindicators, with special emphasis to the eutrophication problem of lotic systems in Southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 16, p. 25-40, 2004 (a).

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. M.; HERMANY, G.; BES, D. Water quality study of the Condor and Capivara streams, Porto Alegre municipal district, RS, BRAZIL, using epilithic diatom biocenoses as bioindicators. **Oceanological and Hydrobiological Studies**, v. 33, n. 2, p. 77-93, 2004 (b).

LOBO, E. A.; BES, D.; TUDESQUE, L.; ECTOR, L. Water Quality assessment of Pardinho River, RS, Brazil, Using Epilithic Diatom Assemblages and faecal coliforms as biological indicators. **Vie Mileu**, v. 54, n. 2-3, p. 115-125, 2004 (c).

LOBO, E. A.; KATO, K.; ARUGA, Y. Response of epilithic diatom assemblages to water pollution in rivers in the Tokyo Metropolitan area, Japan. **Freshwater Biology** v. 34, p. 191-204, 1995.

LOBO, E. A.; KIRST, A.; COSTA, A. B.; OLIVEIRA, M. A. Estudo da qualidade da água do arroio Boa Vista, município de Carlos Barbosa, Rio Grande do Sul, Brasil **Biociências, Porto Alegre**, v. 3, p. 43-63, 1995.

LOBO, E. A.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de La Zona Central de Chile. **Revista de Biología Marina**, v. 22, p.1-29, 1986.

LOPES, M. R. M. Eventos perturbatórios que afetam a biomassa, a composição e a diversidade de espécies do fitoplâncton em um lago tropical oligotrófico raso (**Lago do Instituto Astronômico e Geofísico, São Paulo, SP**). São Paulo, 1999. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo.

LUDWIG, T. A. V.; FLÔRES, T. Diatomoflórula dos rios da região a ser inundada para a construção da Usina Hidrelétrica de Segredo, Paraná: Fragilariophyceae (*Fragilaria* e *Synedra*). **Hoehnea**, São Paulo, v. 24, p. 55-65, 1997.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2 ed. Curitiba: FUNDEPAR, 1968.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Tropical Diatoms of South America. **Iconographia Diatomologica**, v. 5, 1998. 220p.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H.; GARCÍA-RODRÍGUES, F. Diatoms of Uruguay. **Iconographia Diatomologica**, v. 15, 2005, 736p.

MOREIRA, A. L. O. R. **Estudo taxonômico de *Cymbella* Agardh e *Gomphonema* Ehrenberg da região de captação de água do rio Pirapó, Maringá, Paraná, Brasil**. Curitiba, 1990. 158 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

MOREIRA-FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em altas pluricelulares obtidas nos litorais dos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Boletim do Museu Botânico Municipal**, v. 47, p. 1-17, 1981.

MORO, R. S.; FÜRSTENBERGER, C. B. **Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não marinhas**. UEPG: Ponta Grossa, 1997.

MOURTHÉ-JUNIOR, C. A. **Modificações estruturais na comunidade de diatomáceas em um gradiente de poluição hídrica. Trecho superior da bacia do rio das Velhas (região metropolitana de Belo Horizonte – MG)**. Belo Horizonte, 2000. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Minas Gerais.

NAYAR, S.; GOH, B. P. L.; CHOU, L. M.; The impact of petroleum hydrocarbons (diesel) on periphyton in an impacted tropical estuary based on in situ microcosms. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** v. 302 p. 213-232, 2004.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The diatoms of United States**. Philadelphia: Academy of Natural Sciences, v. 1, 1966, 688 p.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The diatoms of United States**. Philadelphia: Academy of Natural Sciences, v. 2, 1975, 213 p.

PICCININI, C. **Diatomáceas perifíticas (Ochrophyta) do rio Gonçalves Dias, Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil**. Curitiba, 2005, 250 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia** v.1 p. 239. 2000.

PRYGIEL, J.; CARPENTIER, P.; ALMEIDA, S.; COSTE, M.; DRUART, J-C.; ECTOR, L.; GUILLARD, D.; HONERÉ, M-A.; ISERENTANT, R.; LEDEGANCK, P.; LALANNE-CASSOU, C.; LESNIAK, C.; MERCIER, I.; MONCAUT, P.; NAZART, M.; NOUCHET, N.; PERES, F.; PEETERS, V.; RIMET, F.; RUMEAU, A.; SABATER, S.; STRAUB, F.; TORRISI, M.; TUDESQUE, L.; VIJVER, B. V.; VIDAL, H.; VIZINET, J.; ZYDEK, N. Determination of the biological diatom index (IBD NF T 90-354): results of an intercomparison exercise. **Journal of Applied Phycology**, v. 14 p. 27-39, 2002.

PRYGIEL, J.; COSTE, M. The assessment of water quality in the Artois-Picardie water basin (France) by the use of diatom indices. **Hydrobiologia** v. 269, p. 343-349, 1993.

RAMÍREZ, J. J. **Variação espacial vertical e nictimeral da estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em quatro dias de amostragem de diferentes épocas do ano no Lago das Garças**. São Paulo, 1996. 300 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Estadual de São Paulo.

RODRIGUES, L. M.; LOBO, E. A. Análise da estrutura de comunidades de diatomáceas epilíticas no arroio Sampaio, município de Mato Leitão, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa Série Botânica**, Santa Cruz do Sul, v. 12, n.2, p. 5-27, 2000.

ROTT, E.; DUTHIE, H. C.; PIPP, E. Monitoring organic pollution and eutrophication in the Grand River, Ontario, by means of diatoms. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 55, n.6, p. 1443-1453, 1998.

ROUND, F. E. **A Review and Methods for the Use of epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality**. London: HMSO Publisher. 1993.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. 1990. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. Cambridge University Press, Cambridge.

RUMRICH, U.; LANGE-BERTALOT, H.; RUMRICH, M. Diatoms of Andes. **Iconographia Diatomologica**, v. 9, p. 1-673, 2000.

SAIZ, F. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. **Arch. Biol. Med. Exp.**, v. 13, p. 387-402, 1980.

SALAMONI, S. E. **Diatomáceas epilíticas indicadoras da qualidade de água na bacia do rio Gravataí , Rio Grande do Sul, Brasil**. São Carlos, 2004. 230 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos.

SALAMONI, S.E.; ROCHA O.; CALLEGARO V.L.; LOBO E. A. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. **Hydrobiologia**, v.559, p. 233-246, 2006.

SANEPAR **Relatório de emergências ambientais**: Rio Negro, 2004.

SANTOS, E. M. **Diatomáceas Perifíticas (OCHROPHYTA) Associadas a *Potamogeton polygonus* CHAMESS. & SCHLTDL. (POTAMOGETONACEAE):**

Taxonomia e formas de fixação Curitiba, 2007. 263 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

SILVA, A. Z.; ZANETTEA, J.; FERREIRA, J. F.; GUZENSKIC, J. Effects of salinity on biomarker responses in *Crassostrea rhizophorae* (Mollusca, Bivalvia) exposed to diesel oil **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 62, p. 376-382, 2005.

SIMONSEN, R. The diatom plankton of the Indian Ocean Expedition of R/V "Meteor", 1964- 65 "**Meteor**" **Forsch.-Ergeb. Reihe D-Biol.**, v. 19, p.1-66, 1974.

SOUZA, M. G. M. **Variação da comunidade de diatomáceas epilíticas ao longo de um rio impactado no município de São Carlos – SP e sua relação com variáveis físicas e químicas**. São Carlos, 2002. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade Federal de São Carlos.

STEVENSON, R. J. **Freshwater benthic ecosystems**. In: STEVENSON, R. J., BOTHWELL, M. L., LOWE, R. L. (eds.). San Diego: Academic Press 1996. 753 p.

SUREHMA nº 20, de 12 de maio de 1992. **Enquadrar os cursos d'água da Bacia do Alto Iguaçu de domínio do Estado do Paraná**. Coletânea de Legislação Ambiental, 1992.

SUDERHSA Superintendência de desenvolvimento de recursos hídricos e saneamento ambiental **Dados sobre a pluviosidade do rio Negro**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: HYPERLINK "mailto:edson-nagashima@suderhsa.pr.gov.br" edson-nagashima@suderhsa.pr.gov.br em: 14 mar. 2007.

SUDERHSA Superintendência de desenvolvimento de recursos hídricos e saneamento ambiental. **Qualidade das Águas Interiores do Estado do Paraná 1987 – 1995**. Curitiba, Julho, 1997.

TOLOTTI, M. Phytoplankton and littoral epilithic diatoms in high mountain lakes of the Adamello-Brenta Regional Park (Trentino, Italy) and their relation to trophic status and acidification risk. **Journal of Limnology**, v. 60, n. 2, 2001.

TORGAN, L. C.; OLIVEIRA, M. A. *Geissleria aikenensis* (Patrick) Torgan et Oliveira comb. Nov. morphological and ecological characteristics 16TH International Diatom Symposium. In: Economou – Amilli, A. (ed.), **Athens & Aegean Islands Proceedings**, p. 115-125, 2001.

TORO, J.; SCHUSTER, J. P.; KUROSAWA, J.; ARAYA, E.; CONTRERAS, M. Diagnostico de la calidad del agua em sistemas loticos utilizando diatomeas y macroinvertebrados bentonicos como bioindicadores rio Maipo (Santiago: Chile). **Sociedade chilena de ingeniería hidráulica XVI congreso chileno de ingeniería hidráulica**, Santiago, Chile, p. 1-11, 2003.

TRAIN, S. **Diatomoflórula do córrego dos Moscados, município de Maringá, Estado do Paraná, Brasil**. Curitiba, 1990. 141 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

VAN DAM, H.; MERTENS, A.; SINKELDAM, J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. **Netherlands journal of aquatic ecology** v. 28, n. 1, p. 117-133, 1994.

VISINONI, N. C. D. **Diatomáceas de rios da região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil: Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae (Achnanthes e Bacillariales)**. Curitiba, 2002. 131 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

WASSERMAN, J. C. F.; CRAPEZ, M. A. C. **Efeitos da poluição por óleo em sedimentos da Área de Proteção Ambiental de Guapimirim, Rio de Janeiro** Pós-Graduação em Ciência Ambiental e Instituto de Biologia – Universidade Federal Fluminense, 2001. Disponível em <http://www.uff.br/remadsuff/BibVirtual/Guapimirim.pdf> > acesso em 25 de abril de 2007.

WETZEL, R.G. Opening remarks. In: WETZEL, R.G. **Periphyton of freshwater ecosystems**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1983a. p. 3-4. (Developments in Hydrobiology, 17).

WETZEL, C. E.; LOBO, E. A.; OLIVEIRA, M. A.; BES, D.; HERMANY, G. Diatomáceas epilíticas relacionadas a fatores ambientais em diferentes trechos dos rios Pardo e Pardinho, Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil: Resultados preliminares. **Caderno de Pesquisas Série Biológica**, Santa Cruz do Sul, v.14, n.2, p. 17-38, 2002

WUNSAM, S.; CATTANEO, A.; BOURASSA. Comparing diatom species, genera and size in biomonitoring; a case study from streams in the Laurentians (Québec, Canada). **Freshwater Biology**, v.47, p. 325-340, 2002.

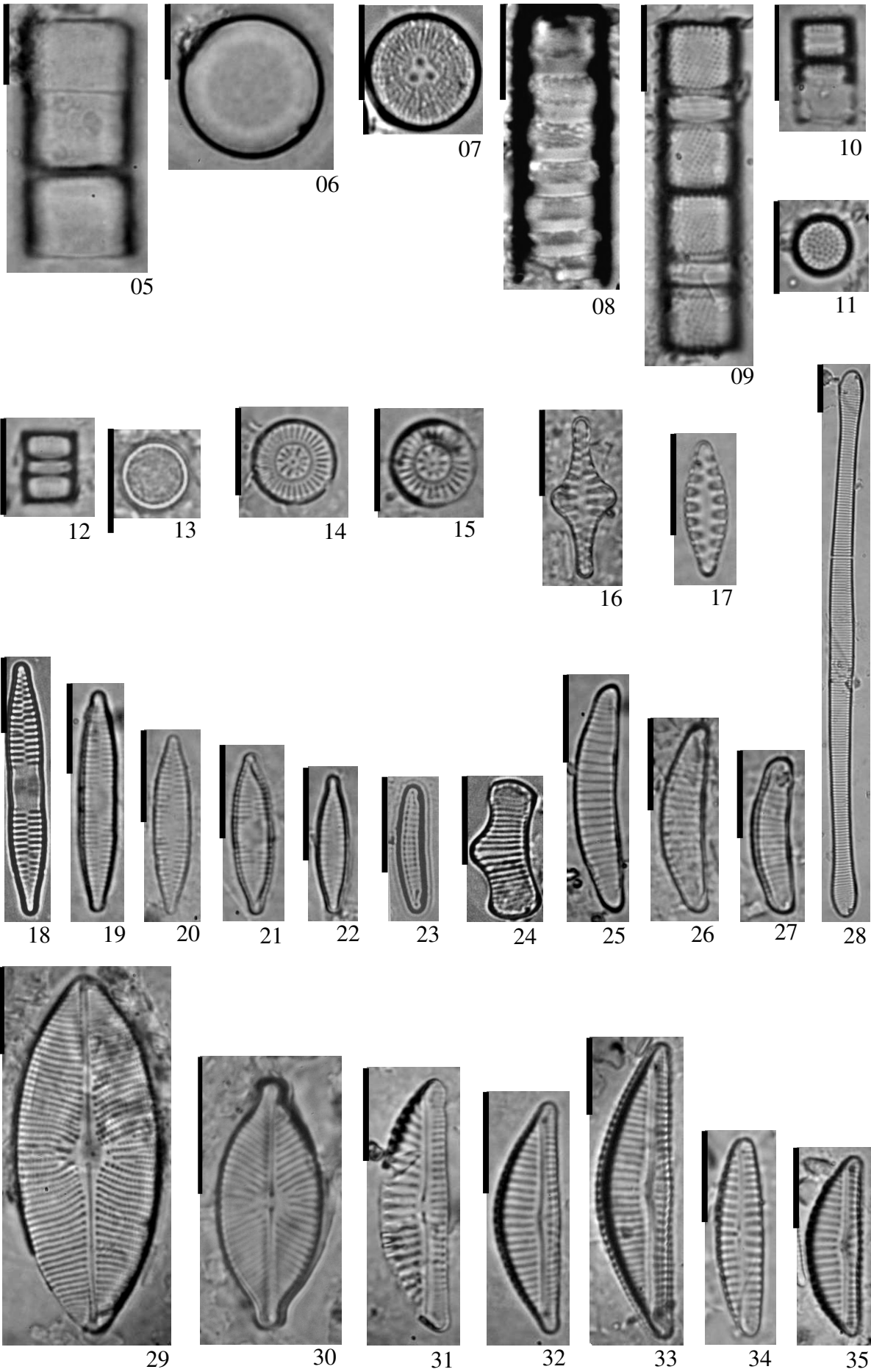
ZHANG, J. F.; WANG, X. R.; GUO, H. Y.; WU, J. C.; XUE, Y. Q. Effects of water-soluble fractions of diesel oil on the antioxidant defenses of the goldfish. *Carassius auratus*. **Ecotoxicology and Environmental Safety** v.58, p. 110-116, 2004.

APÊNDICE 1

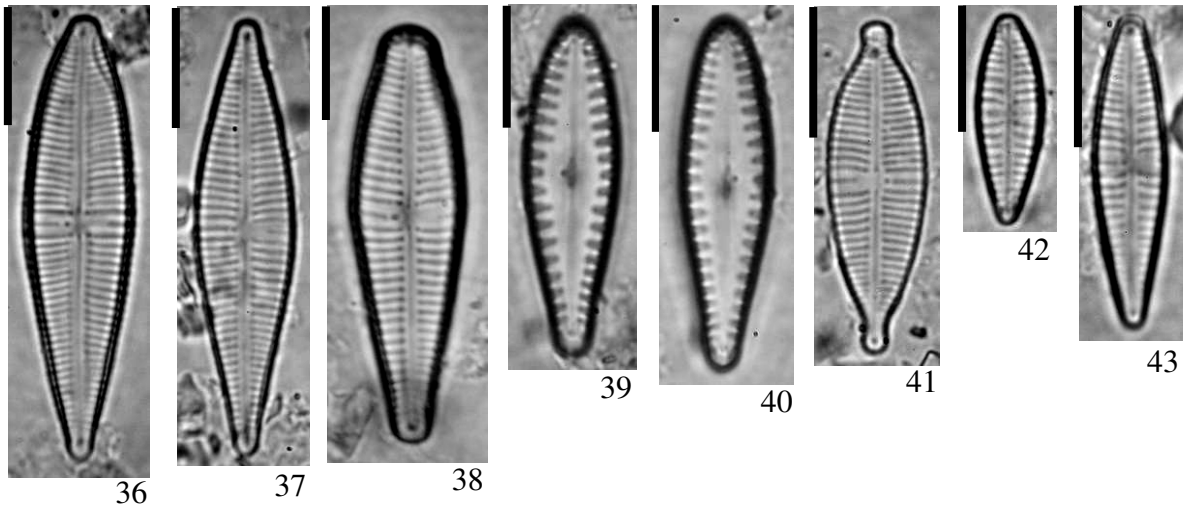
ILUSTRAÇÕES DOS TÁXONS EM MICROSCOPIA ÓPTICA

- Fig. 05 - 06. *Melosira varians*
Fig. 07 - 08. *Orthoseira dendroteres*
Fig. 09. *Aulacoseira ambigua*
Fig. 10 -11. *Aulacoseira distans*
Fig. 12 -13. *Aulacoseira alpigena*
Fig. 14 -15. *Discostella stelligera*
Fig. 16. *Staurosirella leptostauron*
Fig. 17. *Staurosirella pinnata*
Fig. 18. *Fragilaria capucina* var. *fragilarioides*
Fig. 19 - 22. *Fragilaria rumpens*
Fig. 23. *Eunotia intermedia*
Fig. 24. *Eunotia rabenhorstii*
Fig. 25. *Eunotia siolii*
Fig. 26. *Eunotia sudetica*
Fig. 27. *Eunotia minor*
Fig. 28. *Eunotia rabenhorstiana*
Fig. 29. *Placoneis disparilis*
Fig. 30. *Placoneis clementis*
Fig. 31. *Encyonema* sp.
Fig. 32 - 33. *Encyonema silesiacum*
Fig. 34. *Encyonema perpusillum*
Fig. 35. *Encyonema minutum*

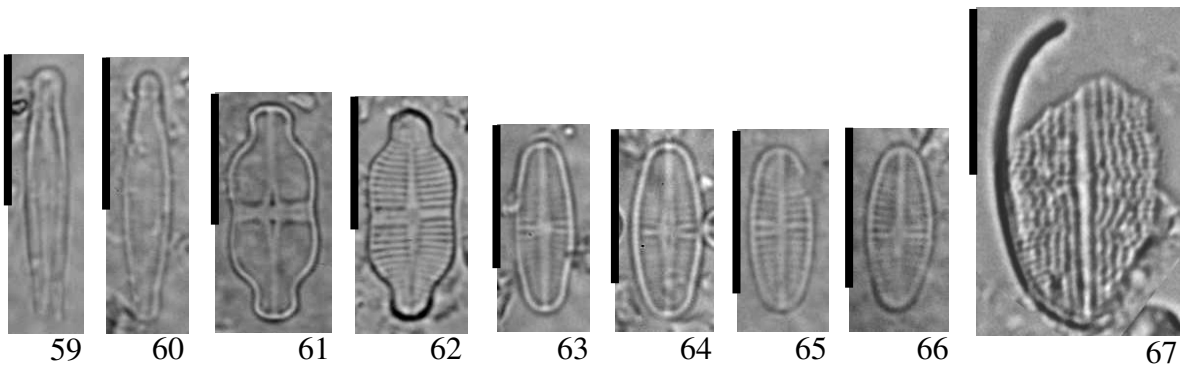
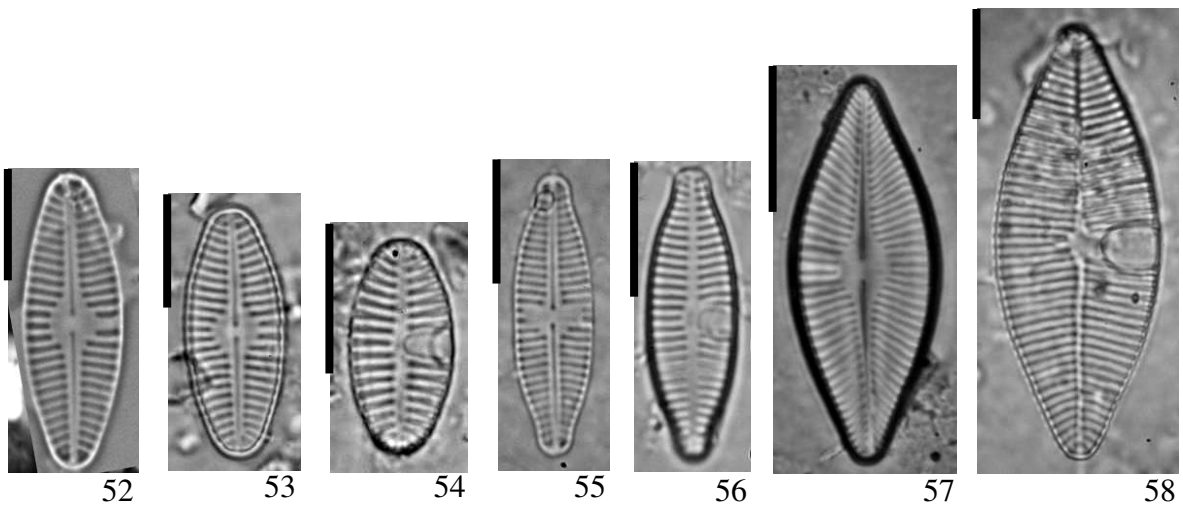
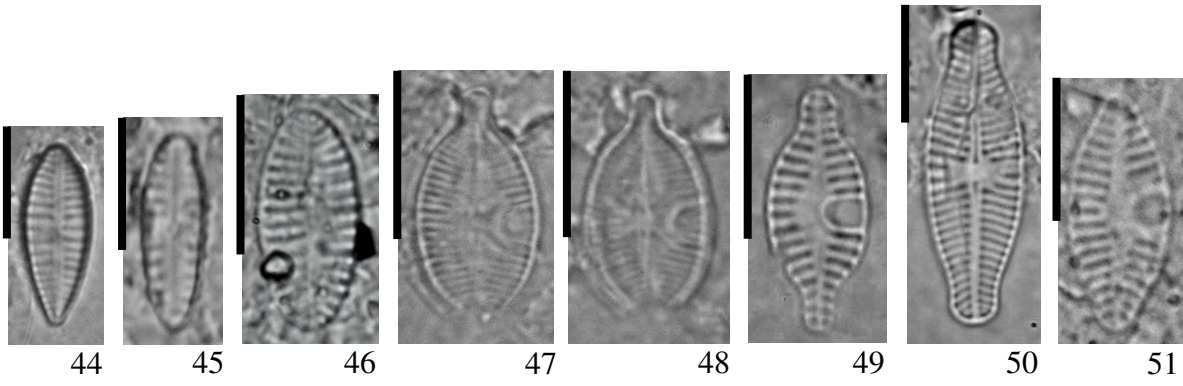
Escala: 10 µm



- Fig. 36. *Gomphonema pseudoaugur*
Fig. 37. *Gomphonema gracile*
Fig. 38. *Gomphonema mexicanum*
Fig. 39 - 40. *Gomnphonema costei*
Fig. 41. *Gomphonema lagenula*
Fig. 42 - 43. *Gomphonema parvulum*
Fig. 44. *Gomphonema parvulum* f. *saprophilum*
Fig. 45. *Gomphonema pumilum*
Fig. 46. *Achnanthes oblongella*
Fig. 47 - 48. *Planothodium peragalli*
Fig. 49. *Planothidium rostratum*
Fig. 50 - 51. *Planothidium dubium*
Fig. 52 - 54. *Planothidium lanceolatum*
Fig. 55 - 56. *Planothidium biporamum*
Fig. 57 - 58. *Planothidium heteromorphum*
Fig. 59 - 60. *Achnanthidium minutissimum*
Fig. 61 - 62. *Achnanthidium exiguum*
Fig. 63 - 66. *Achnanthidium biasolettianum*
Fig. 67. *Cocconeis placentula* var. *lineata*



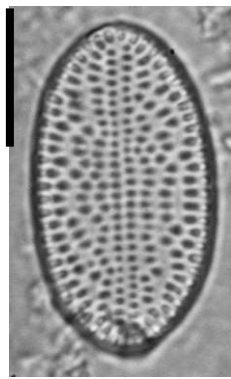
60



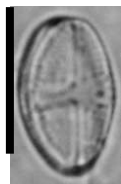
- Fig. 68 - 69. *Cocconeis fluviatilis*
Fig. 70. *Luticola mutica*
Fig. 71. *Luticola saxophila*
Fig. 72 -73. *Luticola goeppertiana*
Fig. 74. *Luticola kotschyi*
Fig. 75. *Diadsmis contenta*
Fig. 76. *Frustulia saxonica*
Fig. 77. *Frustulia crassinervia*
Fig. 78. *Frustulia vulgaris*
Fig. 79. *Frustulia neomundana*
Fig. 80. *Frustulia pumilio*
Fig. 81. *Neidium ampliatus*
Fig. 82. *Neidium affine*
Fig. 83. *Neidium* sp.
Fig. 84. *Neidium alpinum*
Fig. 85 – 86. *Sellaphora pupula*
Fig. 87. *Sellaphora seminulum*
Fig. 88 - 89. *Brachysira brebissonii*
Fig. 90. *Brachysira vitrea*
Fig. 91 - 92. *Chamaepinnularia bremensis*



68



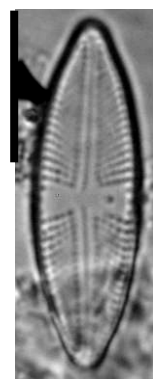
69



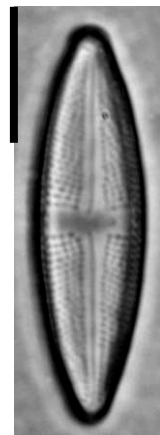
70



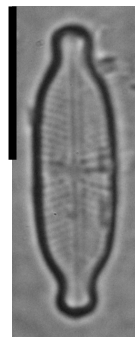
71



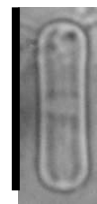
72



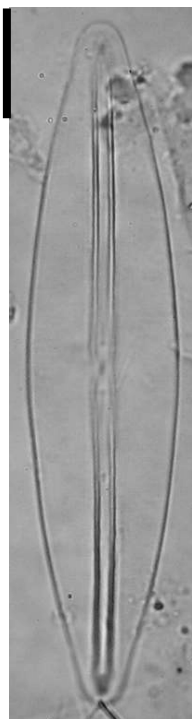
73



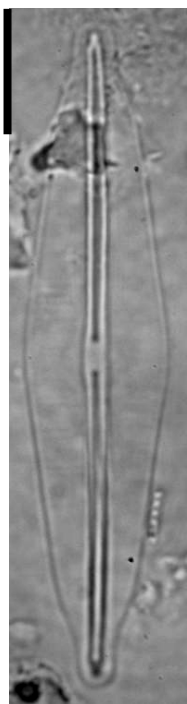
74



75



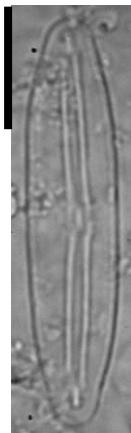
76



77



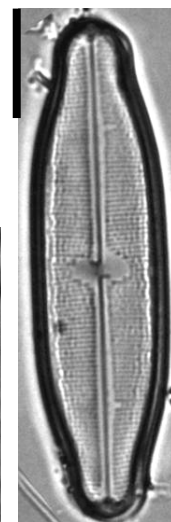
78



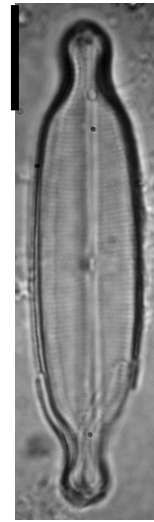
79



80



81



82



83



84



85



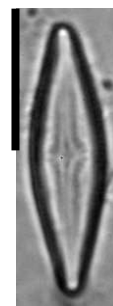
86



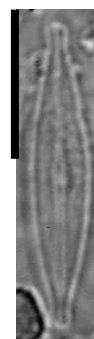
87



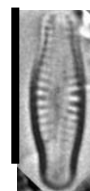
88



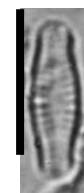
89



90



91

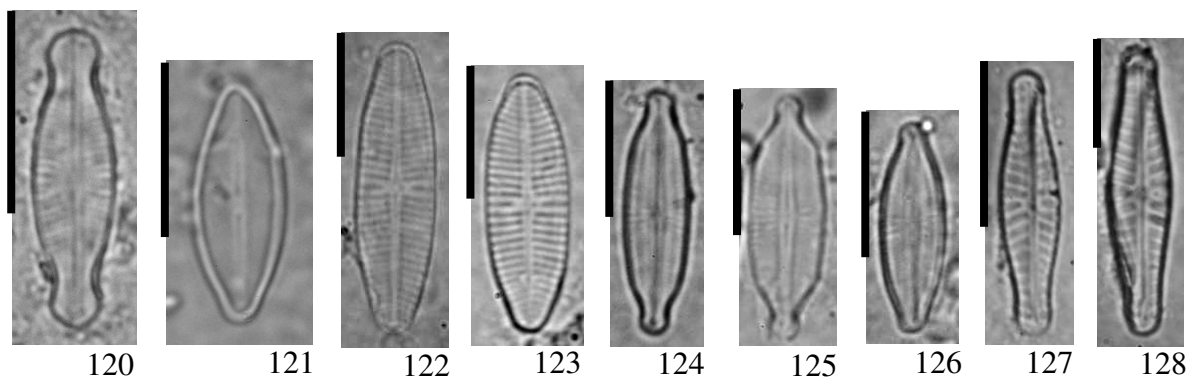
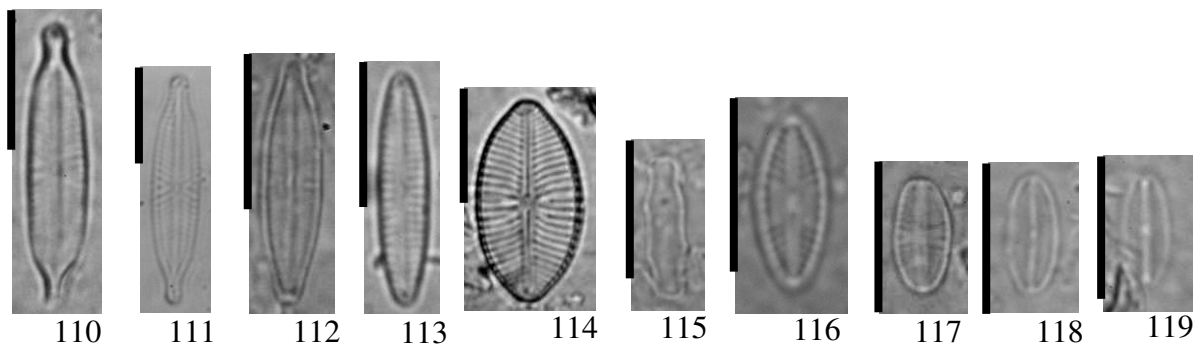
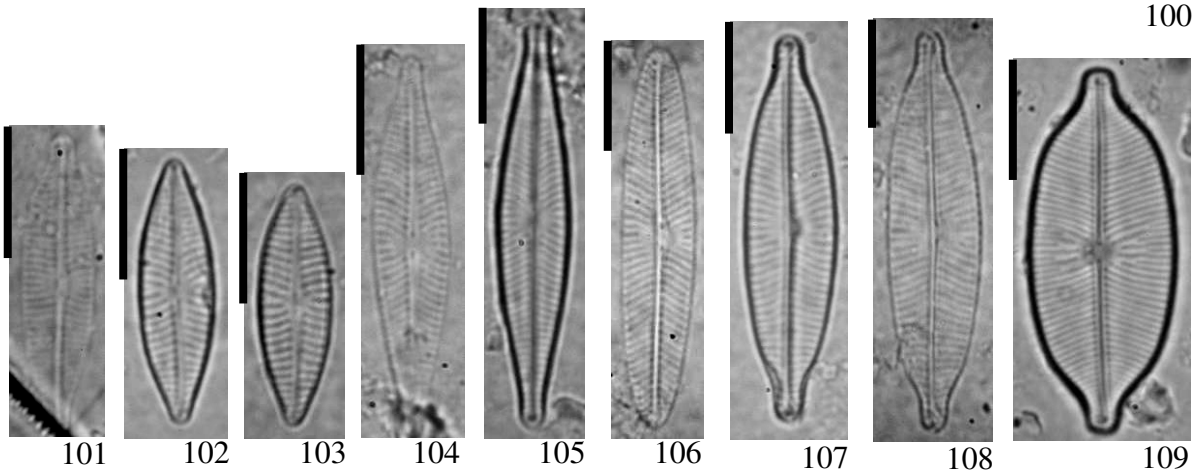
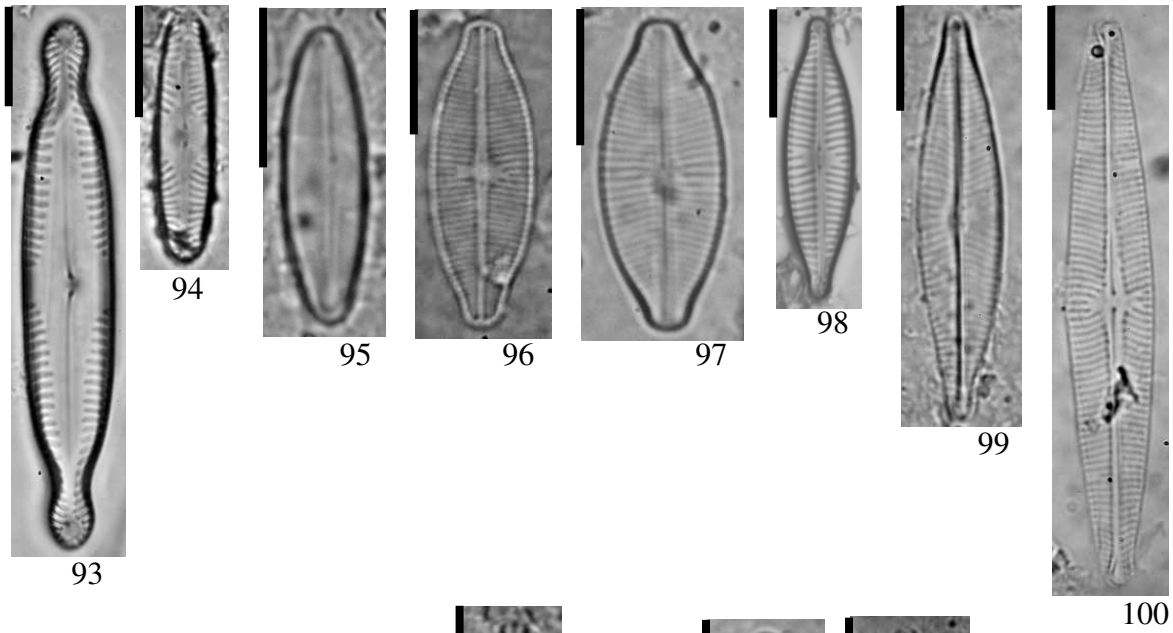


92

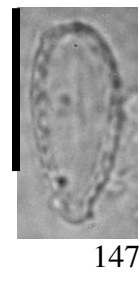
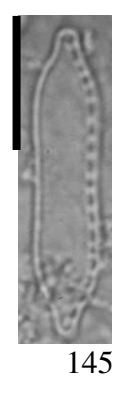
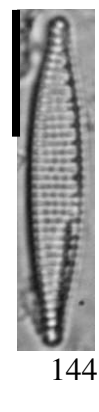
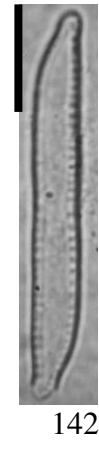
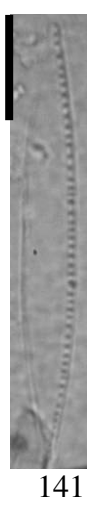
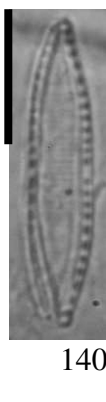
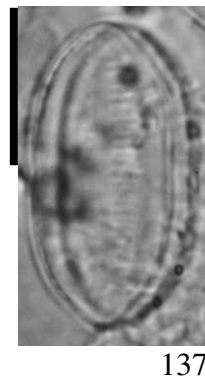
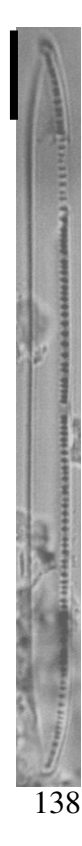
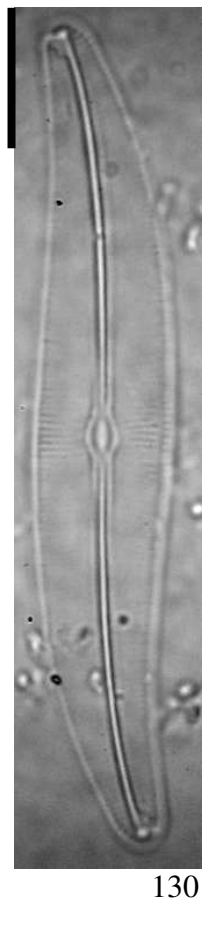
62

- Fig. 93. *Pinnularia brauniana*
Fig. 94. *Pinnularia obscura*
Fig. 95. *Caloneis hyalina*
Fig. 96 - 97. *Navicula lateropunctata*
Fig. 98. *Navicula veneta*
Fig. 99. *Navicula erifuga*
Fig. 100. *Navicula insulsa*
Fig. 101. *Navicula* sp.
Fig. 102 - 103. *Navicula cryptotenella*
Fig. 104 - 105. *Navicula cryptocephala*
Fig. 106. *Navicula schroeterii*
Fig. 107 - 108. *Navicula rostellata*
Fig. 109. *Navicula clementis* var. *linearis*
Fig. 110 - 111. *Navicula longicephala*
Fig. 112. *Navicula vilaplanii*
Fig. 113. *Navicula salinicola*
Fig. 114. *Navicula porifera* var. *opportuna*
Fig. 115. *Navicula tridentula*
Fig. 116. *Navicula pseudofossalis*
Fig. 117. *Eolimna minima*
Fig. 118 - 119. *Mayamaea atomus* var. *permitis*
Fig. 120. *Naviculadicta ventraloconfusa* var. *chilensis*
Fig. 121. *Nupela praecipua*
Fig. 122 - 123. *Geissleria aikenensis*
Fig. 124 - 125. *Adlafia drouetiana*
Fig. 126. *Adlafia muscora*
Fig. 127 - 128. *Hippodonta capitata*

Escala: 10 µm



- Fig. 129. *Gyrosigma acuminatum*
Fig. 130 - 131. *Gyrosigma scalproides*
Fig. 132 - 133. *Stauroneis anceps*
Fig. 134. *Stauroneis thermicola*
Fig. 135. *Amphora montana*
Fig. 136 - 137. *Tryblionella debilis*
Fig. 138. *Nitzschia linearis*
Fig. 139 - 140. *Nitzschia frustulum*
Fig. 141. *Nitzschia palea*
Fig. 142. *Nitzschia clausii*
Fig. 143. *Nitzschia acicularis*
Fig. 144. *Nitzschia amphibia*
Fig. 145. *Nitzschia terrestris*
Fig. 146 - 147. *Surirella stalagma*



APÊNDICE 2

VARIAÇÃO MÉTRICA E OBRAS CONSULTADAS

TABELA 10 – LISTAGEM COM MEDIDAS E OBRAS CONSULTADAS DE TODOS OS TÁXONS IDENTIFICADOS.

Espécie	Medidas					Obras consultadas
	Comprimento/ eixo pervalvar	Largura/ diâmetro	Estrias (10 µm)	Aréolas (10 µm)	Fíbulas/ Projeções aliformes (10 µm)	
<i>Achnanthes oblongella</i> Oestrup	8-16	5-6	12-4 s/r	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Achnantheidium biasolettianum</i> (Grunow) Round e Bukhtyarova	10-16	4-5	20 c/r; 24-26 s/r	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	9-13	5-6	26 c/r; 20-22 s/r	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	9-19	3-4	.....	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Adlafia drouetiana</i> (Patrick) Metzeltin e Lange-Bertalot	19-22	5-7	18	.....		METZELTIN e LANGE-BERTALOT (1998)
<i>Adlafia muscora</i> (Kociolek e Reviers) Moser, Lange-Bertalot e Metzeltin	17-21	5-6	24	.....		RUMRICH, LANGE-BERTALOT e RUMRICH (2000)
<i>Amphora montana</i> Krasske	14-15	3-4	.....	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grunow) Krammer	7-8	6-7	18-20	20		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	22-25	5-6	14-18	16-18		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Aulacosiera distans</i> (Ehrenberg) Simonsen	8-10	6-9	18-22	15-16		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Brachysira brebissonii</i> Ross	17-23	5-7	20	.....		LANGE-BERTALOT e MOSER (1994)
<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross	18-26	5-6	.....	.....		LANGE-BERTALOT e MOSER (1994)
<i>Caloneis hyalina</i> Hustedt	14-20	4-5	.....	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Chamaepinnularia bremensis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	6-7	3	18	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Cocconeis fluviatilis</i> Wallace	20-23	10-12	18-20 c/r; 12-13 s/r	20c/r;10-11s/r		PATRICK e REIMER (1966)
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	30-38	23-29	18 c/r; 18-20 s/r	18 c/r; 13-15 s/r		PATRICK e REIMER (1966)
<i>Diademsis contenta</i> (Grunow) Mann	7-11	3	.....	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve e Grunow) Houk e Klee	.....	6-9	15-16	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) Mann	12-16	4-5	12-14	.....		KRAMMER (1997a)
<i>Encyonema perpusillum</i> (Cleve) Mann	11-12	3	11-12	.....		KRAMMER (1997a)
<i>Encyonema</i> sp.	23-36	7-8	8-12	.....	
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) Mann	25-31	6-7	12-14	.....		KRAMMER (1997a)
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	7-10	3-4	24-26	.....		PATRICK e REIMER (1966)
<i>Eunotia intermedia</i> (Krasske) Nörpel e Lange-Bertalot	11-15	3-4	13-14	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow	30-38	4-6	15-16	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Eunotia rabenhorstiana</i> (Grunow) Hustedt	84-133	6-8	14-17	.....		METZELTIN e LANGE-BERTALOT (1998)
<i>Eunotia rabenhorstii</i> Cleve e Grunow	16-27	6-8	12-14	.....		PATRICK e REIMER (1966)
<i>Eunotia siolii</i> Hustedt	19-22	4-5	8-10	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Eunotia sudetica</i> Müller	35-39	6-7	10-12	.....		FRENGUELLI (1933)
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>fragilarioides</i> (Grunow) Ludwig e Flôres	28,0 a 33,0	4,0 a 6,0	13 a 15	.....		LUDWIG e FLÔRES (1997)

Espécies	Comprimento/ eixo pervalvar	Largura/ diâmetro	Estrias (10 µm)	Aréolas (10 µm)	Fíbulas/ Projeções aliformes (10 µm)
<i>Fragilaria rumpens</i> (Kützing) Carlson	22-35	3-4	18-20	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson) Costa	64-81	14-16	24 trans.; 22 long.	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Frustulia neomundana</i> Lange-Bertalot e Rumrich	37-39	8-9	.....	.....	RUMRICH, LANGE-BERTALOT e RUMRICH (2000)
<i>Frustulia pumilio</i> Lange-Bertalot e Rumrich	15-23	4-5	.....	.....	RUMRICH, LANGE-BERTALOT e RUMRICH (2000)
<i>Frustulia saxonica</i> Rabenhorst	42-66	11-14	.....	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	51-54	10-11	.....	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Geissleria aikenensis</i> (Patrick) Torgan e Oliveira	21-28	7-8	12-13	.....	PATRICK e REIMER (1966)
<i>Gomphonema costei</i> Metzeltin e Lange-Bertalot	30-45	7-8	7-9	.....	METZELTIN e LANGE-BERTALOT (1998)
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	55-63	8-9	10-12	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing	16-22	4-5	11-12	.....	METZELTIN e LANGE-BERTALOT (1998)
<i>Gomphonema mexicanum</i> Grunow	41-49	9-12	10-12	20	METZELTIN e LANGE-BERTALOT (1998)
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	14-16	3-4	13-15	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Gomphonema parvulum</i> f. <i>saprophilum</i> Lange-Bertalot e Reichardt	18	8	8	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot	26-31	7-8	11-14	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt e Lange-Bertalot	17-22	4-5	12-13	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Gyrosiga acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	61-98	9-11	16-19	19-21	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve	87-89	13-14	22 a 24	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin e Witkowski	21-23	5-7	5-6	.....	LANGE-BERTALOT, METZELTIN e WITKOWSKI (1996)
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) Mann	22-28	6-7	20-22	24	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Luticola kotschyi</i> (Grunow) Mann	15-23	5-7	20-25	26	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) Mann	14-16	5-6	18-20	22	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Luticola saxophila</i> (Bock) Mann	22-30	9-11	18-22	18-22	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permitis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	7-8	3-4	22-24	.....	LANGE-BERTALOT (1991)
<i>Melosira varians</i> Agardh	12-14	.....	.....	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Navicula clementis</i> var. <i>linearis</i> Brander	33-35	13-14	14-18	.....	CLEVE-EULER (1953)
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	26-39	5-6	14-15	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	21-23	5-6	16-18	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot	22-29	5-6	14-15	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Navicula insulsa</i> Metzeltin e Lange-Bertalot	33-41	6-7	14-16	.....	METZELTIN e LANGE-BERTALOT (1998)
<i>Navicula lateropunctata</i> Wallace	23-26	8-9	15-16	.....	PATRICK e REIMER (1966)
<i>Navicula longicephala</i> Hustedt	16-21	4-5	18-20	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Navicula porifera</i> var. <i>opportuna</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	20-25	9-10	12-14	.....	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Navicula pseudofossalis</i> Krasske	10-11	4	18	.....	LANGE-BERTALOT et al. (1996)

Espécies	Comprimento/ eixo pervalvar	Largura/ diâmetro	Estrias (10 µm)	Aréolas (10 µm)	Fíbulas/ Projeções aliformes (10 µm)	
<i>Navicula rostellata</i> Kützinger	28-34	8-9	11-12	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Navicula salinicola</i> Hustedt	14-20	3-5	16-18	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Navicula schroeterii</i> Meister	27-42	7-8	12-13	22		PATRICK e REIMER (1966)
<i>Navicula</i> sp.	22-26	5-7	12-14	.....	
<i>Navicula tridentula</i> Krasske	12-14	3	.....	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Navicula veneta</i> Kützinger	29-33	6-7	14-15	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Navicula vilaplanii</i> (Lange-Bertalot e Sabater) Lange-Bertalot e Sabater	12-15	3	22-24	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Naviculadicta ventraloconfusa</i> var <i>chilensis</i> (Krasske) Lange-Bertalot	12-18	5-6	20-22	.....		RUMRICH, LANGE-BERTALOT e RUMRICH (2000)
<i>Neidium alpinum</i> Hustedt	22-35	4-5	.....	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	43-50	10-11	20	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Neidium ampliatus</i> (Ehrenberg) Krammer	62-71	15-16	20-22	18		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Neidium</i> sp.	20-26	5-6	.....	.....
<i>Nupela praecipua</i> (Reichardt) Reichardt	9-14	4-5	.....	.....		RUMRICH, LANGE-BERTALOT e RUMRICH (2000)
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützinger) Wm. Smith	30-42	3-4	.....	14-16		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1988)
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	20-23	4	13-14	12	6-7	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1988)
<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch	32-39	3-4	.....	.....	8-10	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1988)
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützinger) Grunow	22-28	4-5	20-24	.....	9-11	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1988)
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) Wm. Smith	62-66	5			10-11	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1988)
<i>Nitzschia palea</i> (Kützinger) Wm. Smith	36-48	3-5	.....	.....	12-14	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1988)
<i>Nitzschia terrestris</i> (Petersen) Hustedt	47-63	4	.....	.....	5-7	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1988)
<i>Orthoseira dentroteres</i> (Ehrenberg) Crawford	.....	9-11	17-18	18		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Pinnularia brauniana</i> (Grunow) Mills	32-39	7-8	11-12			METZELTIN e LANGE-BERTALOT (1998)
<i>Pinnularia obscura</i> Krasske	19-26	4-5	18-20			KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Placoneis clementis</i> (Grunow) Cox	24-35	10-13	12-15	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Placoneis disparilis</i> (Hustedt) Metzeltin e Lange-Bertalot	50-56	14-15	12-13	18-20		METZELTIN e LANGE-BERTALOT (1998)
<i>Planothidium biporum</i> (Hohn e Hellermann) Lange-Bertalot	16-22	6-8	12-14	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round e Bukhtiyarova	16-18	6-7	12-14	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson) Round e Bukhtiyarova	12-23	6-9	16-17 c/r; 11-14 s/r			KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Planothidium peragalli</i> (Brun e Hérilbaud) Round e Bukhtiyarova	18	8	24	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b) METZELTIN, LANGE-BERTALOT e GARCÍA-RODRÍGUES (2005)
<i>Planothidium heteromorphum</i> (Grunow) Lange-Bertalot	26-31	13-14	10-11c/r; 9-10 s/r	.....	
<i>Planothidium rostratum</i> (Oestrup) Round e Bukhtiyarova	14-17	7-8	11-12	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991b)
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützinger) Mereschkowsky	17-21	5-6	20-22	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) Mann	6-8	3-4	20-22	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)

Espécies	Comprimento/ eixo pervalvar	Largura/ diâmetro	Estrias (10 µm)	Aréolas (10 µm)	Fíbulas/ Projeções aliformes (10 µm)	Medidas
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	77-84	14-16	16-18	18		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Stauroneis thermicola</i> (Petersen) Lund	11-14	2-3	20-24	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986)
<i>Staurosirella leptostauron</i> (Ehrenberg) Williams e Round	14-20	5-7	6-8	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) Williams e Round	5-8	3-5	13-16	.....		KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1991a)
<i>Surirella stalagma</i> Hohn e Hellermann	14-16	6-7	.....	.....	6-7	HOHN e HELLERMANN (1963)
<i>Tryblionella debilis</i> Arnott	16-27	8-11	17-19	.....	7-8	KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1988)

APÊNDICE 3

CONTAGEM, MÉDIA E DESVIO PADRÃO

	Pré			Desvio	Média	Pós 1			Desvio	Média	Pós 2			Desvio	Média	Pós 3			Desvio	Média
	E.1	E.2	E.3	Padrão		E.1	E.2	E.3	Padrão		E.1	E.2	E.3	Padrão		E.1	E.2	E.3	Padrão	
<i>Achnanthes oblongella</i>	0	0	2	1,15	0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthidium biasolettianum</i>	112	251	72	93,95	145	16	0	43	21,73	19,66	0	0	1	0,57	0,33	0	0	0	0	0
<i>Achnanthidium exiguum</i>	6	2	7	2,64	5	9	9	27	10,39	15	61	142	71	44,16	91,33	13	10	10	1,73	11
<i>Achnanthidium minutissimum</i>	9	14	23	7,09	15,33	19	17	5	7,57	13,66	88	20	84	38,15	64	2	22	37	17,55	20,33
<i>Adlafia drotuetiana</i>	0	2	1	1	1,5	2	0	0	1,15	0,66	6	0	11	5,50	5,66	3	0	11	5,68	4,66
<i>Adlafia muscora</i>	0	0	0	0	0	5	0	2	2,51	2,33	0	1	0	0,57	0,33	0	4	1	2,08	1,66
<i>Amphora montana</i>	0	0	0	0	0	2	3	8	3,21	4,33	0	0	0	0	0	1	0	1	0,57	0,66
<i>Aulacoseira alpigena</i>	0	0	0	0	0	1	3	1	1,15	1,66	0	0	0	0	0	0	0	2	1,15	0,66
<i>Aulacoseira ambigua</i>	1	0	4	2,08	1,66	2	29	2	15,58	11	2	0	0	1,15	0,66	1	2	0	1	1
<i>Aulacoseira distans</i>	11	24	49	19,31	28	7	0	3	3,51	3,33	18	20	18	1,15	18,66	9	17	19	8,87	15
<i>Brachysira brebissonii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachysira vitrea</i>	1	1	5	2,30	2,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caloneis hyalina</i>	0	3	18	9,64	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chamaepinnularia bremensis</i>	21	23	21	1,15	21,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cocconeis fluviatilis</i>	1	0	0	0,57	0,33	0	3	1	1,52	1,33	13	1	4	6,24	6	1	0	1	0,57	0,66
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	0	0	3	1,73	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diadesmis contenta</i>	12	43	72	30,00	42,33	0	6	0	3,46	2	1	0	1	0,57	0,66	0	0	1	0,57	0,33
<i>Discostella stelligera</i>	3	3	8	2,88	4,66	9	15	1	7,02	8,33	41	66	42	14,15	49,66	22	28	46	12,48	32
<i>Encyonema minutum</i>	0	1	3	1,52	1,33	0	0	0	0	0	0	1	0	0,57	0,33	0	0	0	0	0
<i>Encyonema perpusillum</i>	2	1	2	0,57	1,66	8	47	0	25,14	18,33	18	10	15	4,04	14,33	312	243	155	78,69	236,66
<i>Encyonema</i> sp.	0	0	1	0,57	0,33	0	0	0	0	0	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Encyonema silesiacum</i>	3	0	6	3	3	50	12	2	25,32	21,33	56	9	95	43,06	53,33	19	22	47	15,37	29,33
<i>Eolimna minima</i>	151	34	6	76,91	63,66	38	150	173	72,22	120,33	3	52	9	26,72	21,33	41	32	15	13,20	29,33
<i>Eunotia intermedia</i>	0	1	0	0,57	0,33	0	0	2	1,15	0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia minor</i>	0	1	0	0,57	0,33	0	2	0	1,15	0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia rabenhorstiana</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia rabenhorstii</i>	0	2	6	3,05	2,66	0	0	0	0	0	0	1	0	0,57	0,33	0	0	0	0	0
<i>Eunotia siolii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,57	0,33	0	0	0	0	0
<i>Eunotia sudetica</i>	0	0	1	0,57	0,33	0	0	0	0	0	1	1	0	0,57	0,66	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>fragilarioides</i>	0	0	1	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	16	8	5,65	8	0	0	2	1,15	0,66
<i>Fragilaria rumpens</i>	2	1	1	0,57	1,33	3	17	3	8,08	7,66	9	9	10	0,57	9,33	1	4	2	1,52	2,33
<i>Frustulia crassinervia</i>	0	3	0	1,73	1	0	0	1	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Frustulia neomundana</i>	0	1	4	2,08	1,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Frustulia pumilio</i>	0	0	5	3	1,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Frustulia saxonica</i>	5	4	4	0,57	4,33	1	0	0	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Pré			Desvio	Média	Pós 1			Desvio	Média	Pós 2			Desvio	Média	Pós 3			Desvio	Média
	E.1	E.2	E.3	Padrão		E.1	E.2	E.3	Padrão		E.1	E.2	E.3	Padrão		E.1	E.2	E.3	Padrão	
<i>Naviculadicta ventraloconfusa</i> var. <i>chilensis</i>	0	0	2	1,15	0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neidium affine</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neidium ampliatum</i>	0	1	0	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neidium</i> sp	8	9	51	24,54	22,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nupela praecipua</i>	0	2	3	1,52	1,66	0	0	7	4,04	2,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i>	1	0	0	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia amphibia</i>	0	1	0	0,57	0,33	1	2	1	0,57	1,33	2	2	3	0,57	2,33	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia clausii</i>	14	17	0	2,12	10,33	2	11	1	5,50	4,66	0	0	0	0	0	0	1	1	0,57	0,66
<i>Nitzschia frustulum</i>	36	0	7	19,08	14,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia linearis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,57	0,33	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia palea</i>	14	27	22	6,55	21	6	12	30	12,48	16	2	0	3	1,52	1,66	1	4	5	2,08	3,33
<i>Nitzschia terrestris</i>	0	0	3	1,73	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Orthoseira dentroteres</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinnularia brauniana</i>	0	0	4	2,30	1,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinnularia obscura</i>	2	5	6	2,08	4,33	0	0	1	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Placoneis clementis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1,15	0,66
<i>Placoneis disparilis</i>	0	0	0	0	0	2	2	1	0,57	1,66	0	1	1	0,57	0,66	1	4	5	2,08	3,33
<i>Planothidium biporum</i>	0	1	2	1	1	2	0	0	0	0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Planothidium dubium</i>	6	0	0	3,46	2	0	0	1	0,57	0,33	8	1	2	3,78	3,66	0	0	2	1,15	0,66
<i>Planothidium lanceolatum</i>	0	0	2	1,15	0,66	0	4	1	2,08	1,66	77	22	75	31,19	58	1	0	6	3,21	2,33
<i>Planothidium peragalli</i>	0	3	5	2,51	2,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Planothidium heteromorphum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Planothidium rostratum</i>	0	0	5	2,88	1,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sellaphora pupula</i>	1	2	3	1	2	1	1	6	2,88	2,66	0	0	0	0	0	0	0	1	0,57	0,33
<i>Sellaphora seminulum</i>	0	5	3	2,51	2,66	1	0	28	15,88	9,66	3	13	0	6,80	5,33	2	2	3	0,57	2,33
<i>Stauroneis anceps</i>	0	0	2	1,15	0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stauroneis thermicola</i>	5	0	0	2,88	1,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurosirella leptostauron</i>	2	0	8	4,16	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurosirella pinnata</i>	0	1	11	6,08	4	0	1	0	0,57	0,33	0	0	0	0	0	0	0	1	0,57	0,33
<i>Surirella stalagma</i>	21	27	22	3,21	23,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tryblionella debilis</i>	0	7	7	4,04	4,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	600	600	600		600	600	600	600		600	600	600	600		600	600	600	600		600
Número de espécies					82					58					44					37

ANEXO 1

PLUVIOSIDADE DIÁRIA 2004

TABELA 12 - PLUVIOSIDADE DIÁRIA DO ANO DE 2004 PARA AS COORDENADAS 26° 06' 00" S
49° 47' 59" W.

Alturas pluviométricas diárias (mm) - ano de 2004												
Dia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	40,3	0,0	0,0	0,0	0,4	3,7	0,3	0,2	0,0	0,0	21,3	0,0
2	0,0	0,1	0,0	0,0	24,1	0,2	21,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
3	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	1,0	0,3	0,0	14,8	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,8	9,0	2,2	0,2	0,0	12,1	0,0	11,4	0,0
5	0,0	22,0	0,0	24,7	2,0	0,1	7,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
6	0,0	0,2	0,0	14,3	2,1	0,1	7,0	0,0	0,0	0,0	0,6	13,2
7	2,0	0,0	0,0	39,1	14,1	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,8
8	22,1	0,8	0,0	0,2	3,9	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7
9	0,1	0,4	2,4	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,3	7,7
10	0,0	0,3	4,4	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	3,5	0,3	14,7
11	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	56,2	1,1	0,0	0,2	19,6	23,2	14,6
12	1,1	0,0	7,0	0,7	0,1	26,6	0,0	0,0	0,0	0,5	9,8	0,6
13	0,1	0,0	8,3	0,0	30,8	0,3	0,0	0,0	1,3	2,8	0,3	0,2
14	0,1	0,5	15,2	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	32,0	39,0	0,0	0,0
15	0,0	10,7	7,5	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,3	0,3	0,0	0,2
16	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	29,4	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	0,0	0,0	32,3	3,0	3,9
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,3	0,3	9,6
19	0,2	0,2	0,0	28,6	0,0	0,1	1,2	0,2	0,0	22,1	0,0	0,3
20	0,0	1,4	2,4	29,8	0,0	0,0	9,4	0,0	0,0	0,3	0,0	8,3
21	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
22	4,6	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,1	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	18,3
24	0,0	0,0	0,0	7,8	2,3	0,0	0,0	0,0	0,8	28,7	0,0	0,9
25	17,7	0,0	0,0	0,3	5,3	0,2	0,0	0,0	2,1	49,6	0,0	0,0
26	0,1	0,0	0,0	0,1	32,4	0,0	0,8	0,0	0,0	1,0	0,3	0,0
27	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	10,2	0,0	0,0	1,5	0,0
28	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	36,0	1,3	0,0	0,5	0,0
29	0,0	0,0	2,3	0,4	0,0	0,0	0,0	2,6	2,2	0,0	10,6	0,0
30	0,7	-	0,3	0,0	14,5	0,0	0,1	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0
31	4,6	-	1,5	-	5,3	-	2,7	0,0	-	0,0	-	0,0
Total	93,8	42,6	51,8	163,6	152,3	100,1	102,0	49,8	85,2	200,0	117,7	94,3

NOTA: (Fonte - SUDERHSA, 2007)